COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 26 NOVEMBRE 1900,

PRÉSIDENCE DE M. MAURICE LÉVY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

PHYSIQUE. — *Action du champ magnétique terrestre sur la marche d'un chronomètre aimanté.* Note de M. A. **Cornu**.

« La marche des chronomètres, dont certaines pièces en acier trempé sont toujours plus ou moins magnétiques, est nécessairement influencée par le magnétisme terrestre et par celui des masses aimantées situées au voisinage.

» Les observations suivantes, quoique très incomplètes, me font penser qu'il y a lieu d'introduire la considération de cette influence dans la discussion des causes régulières qui modifient la marche des chronomètres : la question intéresse particulièrement les montres embarquées à bord des navires où le fer, la fonte et l'acier constituent la presque tota-

lité du bâtiment ou des agrès. L'action du magnétisme terrestre donnerait peut-être la clef et par suite la correction de certaines anomalies que présente la marche des chronomètres à la mer.

» Ces observations ont été effectuées sur une montre de poche, dite *demi-chronomètre* (échappement à ancre, balancier compensé, spiral en palladium, marche antérieurement très satisfaisante), qui a été aimantée par mégarde à l'approche d'un gros électro-aimant. Cet accident a naturellement introduit de fortes perturbations dans la marche et causé des arrêts fréquents au début [1]; malgré ces difficultés, j'ai persisté à étudier les diverses circonstances qui pouvaient éclairer sur la nature de ces perturbations. Je suis arrivé finalement à mettre en évidence l'existence d'un régime régulier, et, par suite, à montrer la possibilité de corriger l'action d'un champ magnétique sur un chronomètre aimanté, soit par une formule de correction, soit par des dispositifs compensateurs.

» Ce résultat est en contradiction avec l'opinion commune qu'une montre aimantée s'arrête constamment et qu'elle est devenue inutilisable à moins d'une désaimantation complète : mais la confiance dans la recherche d'un régime régulier m'avait été inspirée par les réflexions suivantes :

» Les pièces d'acier *aimantables* sont les pivots, le ressort, l'ancre, le balancier et ses annexes de l'échappement. Or, en général, dans les montres de précision, tout contact direct de pièces d'acier est soigneusement évité; ces contacts ont lieu par l'intermédiaire d'une pierre dure. Donc il ne peut se produire aucune adhérence magnétique, par suite, aucun arrêt de ce chef. Toutes les actions mutuelles sont des actions à distance : beaucoup d'entre elles, comme celle des pivots, se compensent ou s'atténuent par suite de la direction de la ligne de leurs pôles vis-à-vis des pièces oscillantes de l'échappement. En tout cas, ces actions sont de deux sortes : les forces permanentes, dont la résultante peut augmenter le frottement des pivots sur les pierres, et les forces périodiques; les premières peuvent effectivement entraver la mobilité des

---

[1] C'est l'effet ordinaire produit par l'aimantation; je suis porté à croire que les arrêts plus ou moins fréquents des montres aimantées (excepté celles dont l'échappement est à cylindre) ne proviennent, en général, qu'indirectement du magnétisme subitement développé. Je les attribuerais volontiers à l'attraction de poussières magnétiques qui viennent coincer les engrenages ou les pièces très mobiles de l'échappement. J'ai remarqué, en effet, qu'un léger choc fait repartir le balancier avec son amplitude ordinaire et, d'autre part, que le nettoyage pur et simple du rouage, sans essai de désaimantation, fait disparaître les arrêts pendant longtemps, probablement jusqu'à ce que d'autres poussières magnétiques s'introduisent par les fissures du boîtier; l'usure des pièces d'acier du remontage suffit d'ailleurs à les produire.

pièces et causer leur arrêt, mais les autres agissent alternativement comme retardatrices et accélératrices : elles ont pour effet d'altérer la période du balancier, c'est-à-dire la marche diurne ainsi que son amplitude moyenne : il peut arriver cependant que cette amplitude tombe au-dessous d'une certaine limite, ce qui entraîne un arrêt. Mais si le rouage a fonctionné sans interruption pendant vingt-quatre heures, il n'y a aucun motif pour que le mouvement ne continue pas indéfiniment d'une manière identique, car le remontage quotidien remet toutes les pièces dans la même position relative. S'il se produit un arrêt, c'est qu'on a fait intervenir une force étrangère (choc, trépidation, poussières, approche d'objets aimantés).

» Donc si l'on écarte toutes ces causes perturbatrices en disposant la montre aimantée sur un support stable, bien horizontal, dans une orientation fixe, elle ne doit plus s'arrêter et doit acquérir une marche diurne aussi constante que le permet la perfection du mécanisme.

» C'est ce que je n'ai pas tardé à constater après avoir fait nettoyer soigneusement cette montre et remplacer le ressort [1] qui avait été cassé par accident : l'horloger avait eu ordre de ne rien faire pour désaimanter les pièces d'acier. Le magnétisme paraît d'ailleurs se conserver sans altération, car la montre est restée très magnétique depuis trois ans : ainsi, aujourd'hui comme à l'époque de son aimantation (janvier 1898), l'aiguille d'une petite boussole breloque placée au-dessus du balancier vibre synchroniquement comme lui par oscillations de deux cinquièmes de seconde, ou encore fait un tour complet synchroniquement à la roue d'échappement lorsqu'on approche la boussole dans le plan de cette roue à une distance et suivant une orientation convenables.

» Dans ces conditions, la seule force étrangère au rouage pouvant agir sur la montre est celle du champ magnétique terrestre : j'ai donc été amené à rechercher si la marche de cette montre aimantée ne variait pas avec l'orientation du balancier relativement au méridien magnétique.

» A cet effet, le support horizontal a été rendu mobile autour d'un axe vertical et la montre a été maintenue pendant un nombre de jours sensiblement constant successivement dans les quatre orientations rectangulaires N, S, E, W magnétiques, c'est-à-dire dans des positions telles que les rayons menés du centre du cadran aux heures XII, III, VI, IX fussent successivement dirigés vers le nord magnétique.

» Voici les résultats des comparaisons effectuées dans ces azimuts avec une horloge

---

[1] Ce ressort était beaucoup moins aimanté que je ne l'eusse supposé : il ne présentait que des traces de magnétisme périodiquement distribuées sur chaque spire d'enroulement dans le barillet.

à secondes (Callier n° 767, échappement à ancre, balancier compensé au mercure) dont la marche très régulière n'est que de quelques dixièmes de seconde par jour.

Dates.			Marche diurne moyenne dans les orientations.				Paramètre de la sinusoïde moyenne.	
			XII.	III.	VI.	IX.	A.	ω_0.
			s				s	o
1898. Juin 20.	à	1898. Juillet 12 ...	− 5,75	−21,88	−19,68	− 8,23	9,85	225.35
1898. Oct. 24.		1899. Janvier 22...	4,54	− 5,78	− 0,66	5,12	7,89	226.19
1899. Avril 12 ([1]).		1899. Mai 29	21,76	4,53	1,22	21,47	13,31	230.29
1899. Juin 24.		1899. Juillet 11 ...	24,81	14,40	4,56	21,20	10,68	251.27
1899. Nov. 14.		1900. Avril 17	21,24	6,00	7,05	20,42	10,12	224.32
1900. Avril 23.		1900. Juillet 5	22,13	9,25	5,87	17,98	9,23	241.46
1900. Nov.		1900. Nov. 17.....	28,39	13,67	6,26	19,90	11,50	254.17
						Moyenne ...	10,37	136.21

» Ainsi la variation systématique de la marche diurne avec l'orientation de la montre est d'une netteté parfaite. Ce Tableau est curieux (malgré de fortes irrégularités dans les observations partielles), lorsque l'on songe à quel degré cette montre est magnétique : le régime est devenu régulier surtout à partir du deuxième nettoyage. La variation systématique est assez précise pour que les moyennes données ci-dessus représentent d'une manière satisfaisante les quatre ordonnées y_0, y_1, y_2, y_3 de la fonction sinusoïdale

$$y = A \sin(\omega - \omega_0) + C, \tag{1}$$

correspondant aux azimuts $\omega = 0, 90°, 180°, 270°$,

$$\left\{\begin{array}{ll} y_0 = -A\sin\omega_0 + C, & y_1 = A\cos\omega_0 + C, \\ y_2 = A\sin\omega_0 + C, & y_3 = -A\cos\omega_0 + C; \end{array}\right. \tag{2}$$

on en déduit les deux paramètres A et ω_0 de la sinusoïde

$$\operatorname{tang}\omega_0 = -\frac{y_0 - y_2}{y_1 - y_3}, \qquad A^2 = \left(\frac{y_0 - y_2}{2}\right)^2 + \left(\frac{y_1 - y_3}{2}\right)^2. \tag{3}$$

» Le nombre des données étant supérieur d'une unité au nombre des paramètres de l'équation (1), il existe une relation nécessaire entre les

---

([1]) La montre a été de nouveau nettoyée après quelques arrêts : depuis cette époque, aucun arrêt spontané n'a eu lieu.

quatre données

$$(4) \qquad y_0 + y_2 = y_1 + y_3 = 2\,C.$$

» Cette relation n'est satisfaite qu'approximativement dans le Tableau précédent : mais le peu de précision des données ne m'a pas paru justifier l'emploi de la méthode des moindres carrés pour le calcul des deux paramètres intéressants A et ω_0.

» Le calcul simple par les formules (3) suffit d'ailleurs pour montrer que l'état magnétique de la montre est resté sensiblement constant : la demi-amplitude moyenne des variations avec l'orientation est $10^s,37$ et l'azimut moyen du nœud ascendant de la sinusoïde, qui a peu varié, est égal à 260°21'. Cette direction est sensiblement celle que prend le rayon de l'heure VIII (240°), lorsqu'il est dirigé vers le nord; ou celui de l'heure II vers le sud; l'axe du balancier est sur l'heure IV.

» Cette loi sinusoïdale est identique à celle que doit présenter la marche d'une montre dont le cadran est vertical et orienté dans divers azimuts, lorsque le balancier est insuffisamment équilibré.

» En effet, la pesanteur produit alors, si l'amplitude moyenne reste constante, un couple proportionnel à la projection verticale de l'excentricité du centre de gravité.

» J'avais précisément fait, en 1890, une étude superficielle de cette erreur sur cette montre avant qu'elle eût été aimantée; voici la série d'observations la plus complète :

	XII.	III.	VI.	IX.	A.	ω_0.
1890 oct. 26 à 1891 janv. 25...	$6^s,26$	$10^s,28$	$16^s,96$	$9^s,22$	$5^s,38$	264°21

» Cette série assez médiocre [car la condition (4) n'est qu'approximativement remplie] suffit cependant à vérifier que le couple dû à la pesanteur seule produit une variation du même genre que celle due au couple magnétique terrestre : les paramètres A et ω_0 n'ont naturellement aucune relation avec ceux qui précèdent.

» Cette vérification est très intéressante et bien utile, parce qu'elle fait voir que la condition découverte par Phillips (*Annales des Mines*, 6e série, t. IX, p. 321; 1866) pour éliminer l'influence de la pesanteur, doit s'appliquer à l'élimination de l'influence du magnétisme.

» Bien que la variation systématique de la marche de la montre aimantée posée horizontalement (par conséquent soustraite à l'action perturbatrice de la pesanteur) soit visiblement due à l'action du magnétisme terrestre, j'ai voulu obtenir une vérification directe de cette influence en

annulant l'action terrestre sur le balancier par celle d'un barreau aimanté compensateur ; j'y suis parvenu de la manière suivante :

» J'ai taillé en liège un disque exactement de même forme que la montre, et marqué sur l'une des faces les heures XII, III, VI et IX, ainsi que la projection de l'axe du balancier situé sur le rayon de l'heure IV à 12^{mm} du centre du cadran.

» Ce point a été pris comme centre d'une entaille cylindrique dans laquelle la petite boussole précitée a été encastrée. Ce liège fixé sur le support horizontal tournant décrit plus haut permet donc de placer le centre de la boussole exactement à la place où se trouve l'axe du balancier dans toutes les orientations de la montre. A l'aide d'un bras articulé convenablement assujetti sur la partie fixe du support, on approche un petit barreau aimanté vertical, de manière à rendre astatique l'aiguille de la boussole : on est ainsi assuré d'avoir annulé l'influence de la terre, dans le petit espace où se meut le balancier, lorsqu'on remplace le liège par la montre orientée dans le même azimut. A chaque changement d'orientation, la même substitution de la boussole est faite et le même réglage astatique opéré.

» Conformément aux prévisions, la marche diurne de la montre observée dans les quatre azimuts est restée sensiblement la même, c'est-à-dire indépendante de l'orientation :

	XII.	III.	VI.	IX.
1900. Nov. 19 — nov. 27.....	17^s,60	18^s,95	17^s,10	17^s,20

» Les irrégularités sont de l'ordre des erreurs inhérentes au mécanisme et à l'imperfection de la compensation magnétique : la vérification est donc aussi satisfaisante que possible.

» Ces observations conduisent aux conclusions suivantes :

» 1° Les chronomètres de précision sont influencés par les variations du champ magnétique où ils sont placés dans une mesure qui dépend du degré d'aimantation du balancier et du spiral.

» Cette influence est particulièrement à craindre à bord des bâtiments en fer, surtout par les changements de route qui modifient le champ magnétique en direction et en intensité.

» 2° Il importerait donc, avant de procéder à l'étude de la marche des chronomètres, de déterminer le moment magnétique du balancier [1], muni ou non de son spiral : il est probable qu'on n'en trouvera aucun absolument dépourvu de magnétisme.

» 3° Dans les observatoires où l'on étudie la marche des chronomètres,

---

[1] Il suffit d'observer, à une distance convenable, la déviation exercée sur un petit aimant suspendu à un fil sans torsion et muni d'un miroir. Pour ramener la mesure aux unités C.G.S., on comparera avec la déviation produite par un barreau de moment connu.

il serait nécessaire de faire régulièrement [1] les comparaisons dans quatre azimuts rectangulaires et de noter, s'il y a lieu, les variations systématiques correspondantes pour calculer la formule de correction.

» 4° En tout cas, il importe de régler à 440° l'amplitude totale des oscillations du balancier, suivant la règle découverte par Phillips, afin d'éliminer l'action du couple magnétique terrestre : malheureusement, dans les chronomètres, cette amplitude est difficile à atteindre et surtout à conserver.

» 5° Enfin, par surcroît de précaution, il y aurait lieu d'essayer, dans les observatoires aussi bien qu'à bord des navires, d'envelopper chaque chronomètre dans une épaisse boîte de fonte ou de fer (comme le galvanomètre cuirassé de Lord Kelvin) pour soustraire l'instrument à l'action magnétique de la terre et du navire.

» Grâce à ces études ou à ces précautions, on pourrait sinon faire abstraction du magnétisme inévitable des pièces d'acier des chronomètres, du moins déterminer, par des mesures préalables, l'importance de l'action résiduelle et la correction qui peut l'annuler. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur l'existence des azotures de néodyme et de praséodyme*. Note de M. **H. Moissan.**

« Dans un travail publié dans le dernier numéro des *Comptes rendus* (19 novembre 1900), M. Matignon a abordé l'étude des azotures de thorium, de cérium, de lanthane, de praséodyme, de néodyme et de samarium en faisant réagir l'azote sur le mélange d'oxyde et de magnésium.

» Nous ferons remarquer à ce sujet que, dans ma Note du 15 octobre 1900 sur la préparation et les propriétés des carbures de néodyme et de praséodyme, nous avions indiqué l'existence des deux azotures de néodyme et de praséodyme préparés par l'action du gaz ammoniac sur les carbures à la température de 1200°. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre de la Section de Chimie, en remplacement de M. *Éd. Grimaux*, décédé.

---

(1) Cette opération se fait quelquefois dans le cas d'anomalies extraordinaires, mais non d'une manière courante.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 55,

M. Étard	obtient.	18 suffrages,
M. Haller	»	17 »
M. Le Chatelier	»	16 »
M. Lebel	»	4 »

Aucun candidat n'ayant réuni la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un deuxième tour de scrutin.

Le nombre des votants étant encore 55,

M. Étard	obtient	20 suffrages,
M. Haller	»	18 »
M. Le Chatelier	»	17 »

Aucun candidat n'ayant encore obtenu la majorité absolue des suffrages, il est procédé à un troisième tour de scrutin, qui doit être un scrutin de ballottage entre les deux candidats ayant obtenu le plus de voix.

Le nombre des votants étant toujours 55,

M. Haller obtient.	. . . .	29 suffrages,
M. Étard	»	24 »

Il y a deux bulletins nuls.

M. **Haller**, ayant réuni la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **Garcio** adresse un « Projet d'établissement d'une communication électrique, comme mesure de sécurité, entre véhicules circulant sur une voie ferrée ».

(Commissaires : MM. Cornu, Mascart.)

M. **Fr. Landolph** adresse deux Mémoires intitulés : « Études sur le suc

gastrique : nouvelles méthodes analytiques », et « Études urologiques : reconnaissance, par voie chimique, du diabète, de la glycosurie franche et de la glycosurie alimentaire ou accidentelle ».

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Président** annonce à l'Académie la mort de M. *Ollier*, Correspondant de la Section de Médecine et Chirurgie, décédé à Lyon le 26 novembre 1900.

M. **C. Klein**, élu Correspondant pour la section de Minéralogie, adresse ses remercîments à l'Académie.

M. **S. Jourdain** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place de Correspondant actuellement vacante dans la Section de Zoologie.

(Renvoi à la Section de Zoologie.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance, un Volume intitulé : « Recueil de données numériques, publié par la Société française de Physique : Optique; par M. *H. Dufet*; 3e fascicule, Pouvoirs rotatoires; couleurs d'interférence; supplément ».

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la définition de certaines intégrales de surface*. Note de M. **H. Lebesgue**, présentée par M. Picard.

« Les fonctions f, φ, ψ étant continues, les équations

$$(1) \qquad x = f(t), \qquad y = \varphi(t), \qquad z = \psi(t)$$

définissent une courbe. Dans le langage courant on appelle *longueur d'une courbe* la longueur de certaines lignes polygonales confondues avec la courbe au degré de précision que l'on peut atteindre. Si l'on suppose que cette précision augmente indéfiniment, on est conduit à définir la longueur

de la courbe comme limite des longueurs de ces polygones. Les courbes se partagent en deux catégories : les courbes rectifiables, celles vers lesquelles tend uniformément une suite de polygones dont les longueurs n'augmentent pas indéfiniment, et les courbes non rectifiables. La longueur d'une courbe rectifiable est la plus petite limite des longueurs des polygones qui tendent uniformément vers la courbe. Si l'on considère une suite de polygones inscrits dans la courbe et tendant uniformément vers elle, la suite des longueurs de ces polynomes tend vers la longueur de la courbe. La longueur de l'arc (t_0, t) de la courbe (1) est fonction continue de t.

» Les fonctions f, φ, ψ étant continues en (u, v), les équations

$$(2) \qquad x = f(u, v), \qquad y = \varphi(u, v), \qquad z = \psi(u, v)$$

définissent une surface. Dans le langage courant, on appelle l'*aire d'une surface* l'aire de certaines surfaces polyédrales confondues avec la surface au degré de précision que l'on peut atteindre. On est donc conduit à définir l'aire comme limite de ces aires. Les surfaces se partagent en deux catégories : les surfaces quarrables, celles vers lesquelles tend uniformément une suite de surfaces polyédrales dont les aires n'augmentent pas indéfiniment, et les surfaces non quarrables. Une surface quarrable peut être d'une infinité de manières divisée en morceaux limités par des courbes rectifiables, le diamètre maximum des contours de ces morceaux étant aussi petit que l'on veut. Appelons *aire minima* d'une courbe rectifiable fermée C la limite des aires des surfaces polyédrales bilatères simplement connexes dont les frontières tendent uniformément vers C. Ceci posé, l'aire d'une surface quarrable est la plus petite limite des aires des surfaces polyédrales qui tendent uniformément vers la surface. Considérons une suite de divisions de la surface en morceaux limités par des courbes rectifiables, le diamètre maximum des contours de ces morceaux tendant vers zéro. A chaque division correspond un nombre, la somme des aires minima des contours des morceaux ; ces nombres tendent vers l'aire de la surface.

» Les courbes de la surface se partagent en deux catégories : celles qui peuvent être enfermées dans des morceaux de la surface dont l'aire est aussi petite que l'on veut, les courbes quarrables sur la surface, et celles qui ne le sont pas. Pour un morceau M limité par une courbe C non quarrable, il y a deux nombres à considérer : l'aire précédemment définie, ou aire intérieure, et l'aire extérieure, qui est la limite des aires intérieures

des morceaux comprenant M et dont la frontière tend uniformément vers C. L'aire d'un morceau de la surface (2), limitée par une courbe définie au moyen de la courbe correspondante c du plan de (u, v), est une fonction de c bien définie et continue quand c varie dans l'ensemble des courbes auxquelles correspondent des courbes quarrables sur la surface.

» La définition donnée plus haut, due à Scheeffer, de la longueur d'une courbe me semble bien s'appliquer au cas le plus général que l'on puisse envisager si l'on veut laisser au mot *longueur* quelque rapport avec son sens ordinaire. Pour la même raison, il ne semble pas que l'on puisse définir l'aire d'une surface non quarrable.

» Dans une Note précédente [1] j'ai défini l'aire de certaines surfaces, les *surfaces rectifiables,* telles qu'à toute courbe rectifiable du plan (u, v) corresponde sur la surface une courbe rectifiable. La définition que j'ai donnée est un cas particulier de celle qui précède. J'ai fait remarquer la grande analogie qui existe entre les définitions des mots *longueur* et *aire;* cette analogie subsiste avec les surfaces plus générales que je considère maintenant.

» *L'ensemble des surfaces quarrables n'est pas identique à celui des surfaces rectifiables.* Mais les surfaces rectifiables jouissent de propriétés fort simples. Pour ces surfaces f, φ, ψ sont des différences de fonctions croissantes en u et v; et de plus les nombres dérivés au sens de Dini, de ces fonctions considérées comme fonctions de la seule variable u, puis de la seule variable v, sont limités supérieurement en valeur absolue. Le rapport de l'aire d'un morceau de la surface à l'aire du morceau correspondant du plan des (u, v) est limité supérieurement.

» La longueur d'une courbe étant définie, on peut définir les intégrales attachées à cette courbe. Soit $F(t)$ une fonction attachée à la courbe (1). Exprimons les points de cette courbe en fonction de la longueur s de l'arc (t_0, t). $F(t)$ est une fonction de s, $\Phi(s)$. Par définition de l'intégrale curviligne, on aura

$$\int F(t)\,ds = \int \Phi(s)\,ds,$$

la seconde intégrale étant une intégrale ordinaire. La première des formules (1) définit la courbe projection sur l'axe Ox. Une intégrale relative à cette courbe est la généralisation des intégrales attachées à la projection des courbes ordinaires.

---

(1) *Comptes rendus,* 27 novembre 1899.

» Soit maintenant une surface quarrable (2); $F(u, v)$ une fonction définie sur cette surface. Divisons la surface en morceaux quarrables. Soient δa l'aire de l'un d'eux; M, m le maximum et le minimum de F dans ce morceau. Lorsque l'on fait varier la décomposition de façon que le diamètre maximum de chacun des morceaux tende vers zéro, les deux sommes

$$\sum M\,\delta a, \qquad \sum m\,\delta a,$$

tendent vers des limites fixes, indépendantes de la décomposition choisie. *Ce sont l'intégrale par excès et l'intégrale par défaut.* Si elles sont égales, F est intégrable. Ceci se présente en particulier si F est continue. Je représente l'intégrale correspondante par

$$\iint F\,da. \tag{3}$$

» Si da représente l'élément d'aire de la surface projection définie par les deux premières équations (1), on a la généralisation de l'intégrale

$$\iint F\,dx\,dy.$$

» On peut aussi donner de l'intégrale une autre définition tout à fait identique à celle des intégrales curvilignes. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur les fonctions fondamentales et le problème de Dirichlet.* Note de M. **W. Stekloff**, présentée par M. Picard.

« 1. Dans mon Mémoire : *Les méthodes générales*, etc. (*Annales de Toulouse*, t. II; 1900), j'ai démontré que la méthode de M. C. Neumann résout le problème de Dirichlet pour toute surface (S) satisfaisant à certaines conditions générales, si la fonction donnée f, à laquelle doit se réduire sur (S) la fonction harmonique cherchée, satisfait à l'inégalité de M. Liapounoff [Mémoire cité, p. 214, formule (11)] [1].

» Il serait important d'éliminer cette restriction par rapport à f et de démontrer la méthode de Neumann sous la seule condition que f *soit continue sur* (S).

» J'ai proposé pour cela une méthode simple dans ma Note du 12 février

[1] Voir aussi M. A. Korn, *Lehrbuch der Potentialtheorie*. Berlin, 1899.

1900, mais je dois reconnaître moi-même qu'elle est susceptible d'objections et sa démonstration rigoureuse offre quelques difficultés particulières.

» C'est pourquoi je me permets d'indiquer une autre méthode, un peu plus détournée, mais rigoureuse, en employant les fonctions fondamentales, dont j'ai démontré l'existence et les propriétés principales dans mes Notes du 27 mars et du 17 avril 1899 (¹).

» Il faut d'abord rappeler quelques propositions générales relatives aux fonctions fondamentales et les appliquer à la solution du problème de Dirichlet; c'est ce que je ferai dans cette Note.

» 2. Nous pouvons à présent démontrer, *indépendamment du principe de Dirichlet*, les théorèmes suivants que j'énoncerai sans démonstration :

» I. *Toute surface* (S) *satisfaisant aux conditions* 1°, 2°, 3° *et* 4° *de mon Mémoire cité* (p. 208) *donne lieu à une infinité de nombres positifs* $\lambda_k (k = 0, 1, 2, \ldots)$, *indéfiniment croissants avec* k, *et de fonctions fondamentales* $V_k (k = 0, 1, 2, \ldots)$, *harmoniques à l'intérieur de* (S) *et satisfaisant aux conditions*

$$(1) \qquad \frac{\partial V_{ki}}{\partial n} = \lambda_k \varphi V_k \quad \text{sur} \quad (S), \qquad \int \varphi V_k^2 \, ds = 1;$$
$$\lambda_0 = 0, \qquad V_0 = \text{const.},$$

où φ *est une fonction donnée, positive et ne s'annulant pas sur* (S), *et* n *désigne la direction de la normale extérieure à* (S).

» II. *Soit* f *une fonction du point* (x, y, z) *de* (S) *qui peut varier brusquement, quand* (x, y, z) *traverse quelques lignes isolées de longueur finie, tracées sur* (S), *et reste continue en tous les autres points de* (S); *soit* ψ *une autre fonction satisfaisant à la seule condition*

$$(2) \qquad \int \psi^2 \, ds < K,$$

K *étant un nombre fixe. Ces conditions étant remplies, on a*

$$\int \varphi f \psi \, ds = \sum_{k=0}^{\infty} A_k B_k, \qquad A_k = \int \varphi f V_k \, ds, \qquad B_k = \int \varphi \psi V_k \, ds,$$

$$\int f \psi \, ds = \sum_{k=0}^{\infty}{}' A_k C_k = \sum_{k=0}^{\infty} D_k B_k, \qquad C_k = \int \psi V_k \, ds, \qquad D_k = \int f V_k \, ds,$$

les séries $\sum A_k B_k$, $\sum A_k C_k$, $\sum D_k B_k$ *étant convergentes* absolument.

(¹) Voir aussi H. Poincaré, *Acta Mathematica*, t. XX; 1896. Ed. Le Roy, *Annales de l'École Normale*, 1897-1898.

» 3. Indiquons quelques applications de ce théorème général :

» *a*. Soit f une fonction donnée, assujettie aux conditions du théorème III. Posons :

$$f = \sum_{k=0}^{p} A_k V_k + R_p \quad \text{sur (S)}.$$

Le théorème II nous donne (en y posant $\psi = f$),

$$\lim_{p=\infty} \int \varphi R_p^2 \, ds = 0.$$

Supposons encore que la série $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ converge *uniformément* sur (S).

On trouve

$$\lim_{p=\infty} \int \varphi R_p^2 \, ds = \int \varphi \lim_{p=\infty} R_p^2 \, ds = 0, \ldots \quad \lim_{p=\infty} R_p^2 = 0.$$

On peut donc énoncer le théorème suivant :

» III. *La série* $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ *a* f *pour somme en tout point de* (S) *sous la seule condition que cette série soit uniformément convergente sur* (S). (Comparez Ed. Le Roy, *Annales de l'École Normale*, p. 67; 1898.)

» *b*. Désignons par G la fonction de Green correspondant au pôle (x, y, z), *situé à l'intérieur de* (S). Appliquons le théorème II à l'intégrale

$$(3) \qquad \int f \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds,$$

où n désigne la direction de la normale *intérieure* à (S). Nous aurons

$$\int f \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds = \sum_{k=0}^{\infty} A_k \int V_k \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds.$$

» Si f est *continue* sur (S), l'intégrale (3) définit une fonction harmonique à l'intérieur de (S) *se réduisant à* f *sur* (S) (voir mon Mémoire cité, p. 271; A. Liapounoff, *Sur certaines questions, etc.*, p. 311). On a donc, V_k étant continue sur (S),

$$\int V_k \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds = V_k.$$

» Il s'ensuit que

$$\int f \frac{\partial G_i}{\partial n} \, ds = \sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k.$$

» *La série* $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ *converge* ABSOLUMENT *dans tout domaine* (D_i) *intérieur à* (S), *quelle que soit la fonction* f *satisfaisant à la seule condition* (2) (*en y remplaçant* ψ *par* f).

» De cette égalité l'on tire immédiatement le théorème suivant :

» IV. *La série* $\sum_{k=0}^{\infty} A_k V_k$ *converge* ABSOLUMENT *dans tout domaine intérieur à* (S) *et représente une fonction harmonique à l'intérieur de* (S) *se réduisant à* f *sur* (S), *si la surface* (S) *satisfait aux conditions du théorème* I, *et la fonction* f *est* CONTINUE *sur* (S) (comp. ED. LE ROY, Mémoire cité).

» Ces théorèmes étant établis, on peut généraliser la méthode de Neumann; c'est ce que je ferai, si l'Académie me le permet, dans une autre Communication. »

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les systèmes orthogonaux admettant un groupe continu de transformations de Combescure.* Note de M. **MAURICE FOUCHÉ.**

« M. Egorov a fait paraître dans les *Comptes rendus* (séance du 22 octobre 1900) une Note intéressante dans laquelle il a bien voulu faire allusion à un travail que j'avais publié en 1898 sur le même sujet. Mes recherches m'avaient conduit dès cette époque à des résultats que j'avais communiqués la même année à M. Darboux et dont quelques-uns se trouvent dans la Note de M. Egorov. Je me propose d'indiquer ici quelques remarques qui complètent certains points de la question.

» La fonction ω (équation 4, p. 669), dont les dérivées sont les coefficients de $d\rho_i^2$, donne lieu à la propriété suivante :

» Les surfaces $\omega = \text{const.}$ sont les trajectoires orthogonales des lignes qui joignent les points du système orthogonal où les plans tangents aux trois surfaces conservent la même direction. Il en résulte que ces surfaces se réduisent à des plans parallèles quand le système est formé de surfaces qui dérivent les unes des autres par une translation rectiligne, et à des sphères concentriques quand le système est formé de surfaces homothétiques.

» Si l'on suppose connue la représentation sphérique, les équations qui déterminent les quantités H_i ou P_i (équation 5, p. 670) sont vérifiées par

les cosinus directeurs des normales aux trois surfaces et, par suite, par une fonction linéaire et homogène de ces cosinus :

$$P_i = aX_i + bY_i + cZ_i.$$

» Avec cette solution, le système orthogonal se réduit au point dont les coordonnées sont a, b, c; mais on peut s'en servir comme point de départ pour construire dans le sens rétrograde une simple suite Σ [(6), p. 670]. Le premier système qu'on rencontre ainsi est celui où l'on a :

$$H_i = aX_i + bY_i + cZ_i.$$

Il se compose de surfaces égales qui dérivent les unes des autres par une translation parallèle à la direction a, b, c. C'est du reste le plus général des systèmes de cette nature.

» La construction complète de la suite Σ exige des quadratures qui, à chaque opération, introduisent trois constantes arbitraires. On obtient ainsi des solutions contenant autant de constantes arbitraires que l'on veut. Dans tous ces systèmes, chacune des coordonnées s'exprime par un polynome entier en ρ dont les coefficients sont des fonctions de $\rho_1 - \rho$ et $\rho_2 - \rho$. Il en résulte que les courbes qui joignent les points où les normales aux trois surfaces conservent la même direction sont représentées par les équations

$$x_i = F_i(\rho),$$

où F_i est un polynome entier. Chacune de ces courbes n'a qu'un point à l'infini, qui est le même pour toutes et qui est dans la direction allant de l'origine au point (a, b, c) dont on est parti.

» La détermination des systèmes formés de surfaces homothétiques revient à la détermination de P_i d'après la condition

$$\frac{\partial P_i}{\partial \rho} + \frac{\partial P_i}{\partial \rho_1} + \frac{\partial P_i}{\partial \rho_2} = \sigma P_i,$$

σ étant une constante (équations 7 et 8, p. 670). P_i est de la forme

$$P_i = e^{\sigma\rho} F(\rho_1 - \rho, \rho_2 - \rho),$$

et l'on ramène σ à l'unité par le changement de variables

$$\sigma\rho_i = \rho'_i.$$

» Comme l'a remarqué M. Egorov, la détermination de la fonction F

dépend d'une équation différentielle linéaire homogène du troisième ordre. »

PHYSIQUE MATHÉMATIQUE. — *Solution d'un problème d'équilibre élastique.* Note de M. **Ivar Fredholm**, présentée par M. Picard.

« Dans un Mémoire publié récemment [1], j'ai démontré qu'on peut réduire le problème général d'équilibre d'un corps élastique quelconque à un problème particulier de la même nature. Soient α_1, α_2, α_3 les composantes suivant trois axes rectangulaires de la déformation produite dans un milieu illimité par l'action d'une force K appliquée au point $(x_0\, y_0, z_0)$, qui se trouve à l'intérieur d'un corps donné C limité par la surface ω.

» Pour avoir la solution du problème général il suffit, dans le cas où la déformation de ω est donnée, de trouver une déformation de composantes φ_1, φ_2, φ_3 provenant de forces extérieures à C satisfaisant aux conditions

$$\varphi_i = \alpha_i, \qquad \text{sur } \omega.$$

» On peut résoudre ce problème dans le cas où la surface limitant C est un plan; soit $z = 0$ l'équation de ce plan.

» Cela posé, je rappelle l'expression de α_i,

$$\alpha_i = \int_{-\infty}^{+\infty} \sum_{\mu=1}^{\mu=6} \frac{\psi_i(\xi, \zeta_\mu)\, d\xi}{\xi(x-x_0) + y - y_0 + \zeta_\mu(z-z_0)},$$

où les ζ_μ désignent les diverses racines d'une équation de sixième degré

$$f(\xi, \zeta) = 0.$$

» On peut exprimer les fonctions cherchées φ_i par la formule

$$\varphi_i = \int_{-\infty}^{+\infty} \sum_{\lambda, \mu} \frac{A^i_{\lambda, \mu}\, d\xi}{\xi(x-x_0) + y - y_0 + \zeta_\lambda z - \zeta_\mu z_0},$$

où la sommation doit être étendue à toutes les combinaisons λ, μ où les racines ζ_λ, ζ_μ ont des parties imaginaires de signe contraire.

---

(1) *Acta Mathematica*, t. XXIII, p. 1.

» Les conditions $v_i = \alpha_i$ pour $z = 0$ se traduisent par les équations

$$\sum_\lambda A^i_{\lambda,\mu} = \psi_i(\xi, \zeta_\mu),$$

et pour que les v_i satisfassent aux équations d'équilibre, il faut et il suffit que les coefficients $A^i_{\lambda,\mu}$ satisfassent au système

$$\sum_i \Delta_{ki}(\xi, \zeta_\lambda)\, A^i_{\lambda,\mu} = 0.$$

» Il est possible de satisfaire à ces conditions, qui déterminent complètement les coefficients $A^i_{\lambda,\mu}$.

» Comme on le voit facilement, les fonctions v_i se comportent aussi régulièrement pour tout point situé du même côté du plan $z = 0$ que le point (x_0, y_0, z_0). Ainsi, les fonctions v_i satisfaisant à toutes les conditions imposées par le problème, on n'a qu'à appliquer les formules que j'ai données dans le Mémoire précité (p. 40) pour arriver à la solution du problème général sous forme d'intégrale définie étendue sur le plan $z = 0$.

» Les mêmes considérations s'appliquent aussi au cas où l'on se donne les forces agissant sur la surface. Les fonctions correspondant aux fonctions v_i ne diffèrent de celles-ci que par les valeurs des coefficients $A^i_{\lambda,\mu}$. »

PHYSIQUE. — *Sur l'étude des orages lointains par l'électro-radiophone.* Note de M. Th. Tommasina, présentée par M. A. Cornu.

« Une des applications de l'auto-décohérence du charbon [1], qui prendra peut-être une place de quelque importance, est l'étude des orages lointains par l'*électro-radiophone*. Je pense pouvoir donner ce nom à un appareil qui a la propriété de signaler, en les traduisant en sons, les radiations produites par des décharges électriques proches ou lointaines.

» Plusieurs physiciens ont combiné, pour l'enregistrement automatique de décharges de l'atmosphère, des dispositifs qui sont fondés sur la propriété radiorévélatrice des tubes à limailles. On a construit ainsi des appareils, semblables aux baromètres enregistreurs, qu'on pourrait appeler *électro-radiographes*, lesquels inscrivent d'une façon très régulière les dé-

---

[1] *Comptes rendus*, séance du 2 avril 1900.

charges atmosphériques se produisant sur une étendue dont le rayon dépasserait 100^{km}.

» Le professeur Boggio Lera, de Catane [1], au moyen d'une série de relais de différentes sensibilités, agissant en nombre progressif suivant la conductibilité acquise par le cohéreur, est parvenu à faire tracer à son appareil des petits traits plus ou moins longs suivant l'intensité des décharges lointaines. Pendant les mois de septembre et d'octobre, à Intra (lac Majeur, Italie), j'ai fait un certain nombre d'observations par auscultation au moyen de l'électro-radiophone, observations qui m'ont démontré l'utilité de la nouvelle méthode.

» Cet appareil est constitué par un cohéreur décohérent au charbon, inséré dans le circuit de l'électro-aimant d'un récepteur téléphonique usuel, et avec un élément de pile sèche. Le cohéreur, qui est un perfectionnement de celui qui a été décrit dans ma Note à l'Académie du 2 avril 1900, ne contient plus aucun contact métallique. Les électrodes sont deux petits cylindres de charbon de lampe à arc, de 4^{mm} de diamètre, ajustés à frottement doux dans un tube de verre, et entre lesquels sont placés de petits grains obtenus par écrasement avec un morceau du même charbon, débarrassés de leur poussière et parfaitement séchés en les faisant rougir à la flamme, ainsi que les électrodes. Celles-ci portent chacune une attache en fil de platine qui permet, une fois le cohéreur réglé à la sensibilité *maximum*, de fermer par fusion les bouts du tube en verre, ne laissant en dehors que les deux boucles en fil de platine. Pour des grains de charbon de $\frac{2}{10}$ à $\frac{3}{10}$ de millimètre l'espace entre les électrodes pourra être de 1^{mm} et rempli à moitié seulement.

» Le cohéreur est fixé verticalement dans le tube du cornet téléphonique et inséré dans le circuit de l'électro-aimant; ainsi, lorsqu'on met le téléphone à l'oreille, le cohéreur se trouve horizontal et les grains produisent une pression égale sur chaque électrode. A cause de la grande porosité du charbon, j'ai dû le renfermer hermétiquement dans le verre *pour maintenir l'invariabilité du champ électrostatique du cohéreur, lequel doit être à l'abri de toute trace d'humidité.*

» Dans mes expériences j'ai reconnu que *l'électro-radiophone permet d'entendre, entre chaque signe de l'électro-radiographe, une quantité de bruits spéciaux donnant l'illusion de se trouver transporté à proximité de l'orage, de façon à pouvoir en écouter directement toutes les phases.*

» Mon laboratoire étant seulement à 6^m du sol, j'avais placé comme antennes réceptrices trois fils de cuivre partant d'une fente dans une vitre de la fenêtre. S'élargissant en éventail, ils allaient à une terrasse avec toit, ouverte de tous les côtés. Les extrémités extérieures des trois fils métalliques, terminées par des tubes en caoutchouc,

---

[1] *Atti dell' Accademia Gioenia di Scienze Naturali di Catania,* vol. XIII, 4e série, 20 janvier 1900.

étaient fixées aux isolateurs, en verre paraffiné, dans l'intérieur et en haut, de manière à ne pouvoir jamais être mouillées par la pluie sur les quatre derniers mètres. Les isolateurs se trouvaient à 12^{m} du sol et à 2^{m} de distance l'un de l'autre; les fils avaient chacun 30^{m} de longueur. Dans le laboratoire la mise à la terre était faite par la conduite d'eau. Afin d'éviter tout danger pour les personnes et pour les appareils, lorsque l'orage se rapprochait trop, j'ôtais les communications avec la terre et avec les fils aériens, qui restaient ainsi isolés aux deux extrémités. Un récepteur téléphonique sur mon bureau et un autre dans ma chambre, avec sonnerie d'appel, me permettaient de suivre de jour et de nuit les degrés d'intensité, et je pourrais presque dire la marche d'un orage lointain sans me déranger.

» Je n'ai pas adopté les antennes verticales à cause des plus grandes précautions qu'il aurait fallu prendre pour éviter tout danger. Avec ce dispositif simple, peu coûteux, et de toute sûreté, j'ai pu quand même entendre et étudier des orages lointains lorsque aucune trace n'en paraissait à l'horizon, et par des journées splendides.

» Le 29 septembre, jusqu'à midi, le temps avait été très beau, mais l'électro-radiophone, depuis le matin, continuait à indiquer, par des bruits très variés et de légers chocs très nets, des décharges se produisant certainement à des distances très grandes. Vers 2^{h}, la sonnerie se fit entendre et dans le téléphone j'écoutai des bruits de plus en plus énergiques. Il y en avait qui ressemblaient à certains coups de tonnerre prolongés; c'étaient des décharges nombreuses très rapprochées et d'intensité variable. Ensuite la sonnerie donna des signaux moins distants entre eux, et à $3^{h}30^{m}$ j'ai dû la mettre hors circuit; elle ne s'arrêtait plus de sonner. Les éclairs devinrent visibles, de gros nuages commencèrent à se former un peu partout, aucun tonnerre ne s'entendait encore, mais dans le téléphone les bruits toujours plus intenses se modifièrent tout à coup; j'entendais comme un crépitement très serré, égal et continu; quelques instants après la pluie commença, et en même temps le premier coup de tonnerre se fit entendre très énergiquement. J'avais à peine enlevé les communications, qu'un orage d'une force inouïe éclata; des trombes d'eau balayèrent les rues, les éclairs se suivaient presque sans interruption, et la foudre tomba en plusieurs endroits très proches. Plus tard, j'ai pu encore écouter dans mon appareil les dernières décharges très lointaines jusqu'à leur complète disparition.

» Lorsque le temps changeait sans qu'il y eût d'orage, j'entendais cependant toujours le crépitement caractéristique que je viens de mentionner, fait que j'ai constaté même douze heures avant la tombée de la pluie.

» L'électro-radiophone, à cause de sa grande sensibilité et de l'absence de tout réglage, pourra certainement rendre des services sur les navires, non seulement pour déceler les orages et suivre leur marche; mais encore pour distinguer les signaux radiotélégraphiques des autres, dus aux décharges atmosphériques, en utilisant, par exemple, les téléphones sélectifs ou monotéléphones de M. Mercadier. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Mesures actinométriques à Pamir.* Note de M. **B.-W. Stankewitch.**

« Varsovie, 21 novembre 1900.

» Durant mon voyage au Pamir, cet été 1900, j'ai entrepris des mesures actinométriques à des altitudes considérables. Je me suis servi du nouveau pyrhéliomètre électrique *à compensation* de M. K. Angström. Cet instrument est décrit dans les *Annales de Wiedemann* (1899, Vol. 67, p. 633), ainsi que dans le récent Mémoire de M. K. Angström, intitulé : *Intensité de la radiation solaire,* ... (Upsala, 1900).

» J'ai observé de très grandes intensités de la radition calorifique du Soleil. Voici quelques-uns de mes résultats :

Passage de Taldik

Coordonnées : latitude : 39°44′; Longitude : 70°53′ à l'est de Paris;
Altitude : 3590^m.

» Le 12 juin 1900. — Le passage est *encore* couvert de neige. A $9^h 12^m$ du matin (temps moyen local), la hauteur du Soleil étant 51°8′, l'intensité de la radiation $= 1^{cal},81$ par centimètre carré et par minute. Température de l'air $= + 3°,2$ C. Humidité absolue $= 0^{mm},9$. Pression atmosphérique $= 492^{mm}$; vent fort.

» A $11^h 47^m$ (hauteur du Soleil $= 73°11′$), l'insolation $= 1,93$. Temp. $= + 6°,5$ C. Humidité $= 0^{mm},9$. Pression $= 490^{mm}$; vent violent.

Passage de Kisil-Art.

Latitude : 39°24′; Longitude : 70°57′; Altitude : 4220^m.

» Le 17 juin 1900. — Couche de neige épaisse.

» A $9^h 18^m$ du matin (temps moyen local), la hauteur du Soleil étant 52°6′; l'insolation $= 1,89$; température $= - 3°,2$ C.; humidité $= 0^{mm},5$; pression $= 453^{mm}$; vent modéré.

» A $11^h 53^m$ (hauteur du Soleil $= 73°54′$); l'insolation $= 2,02$; temp. $= - 1°,2$ C.; humidité $= 0^{mm},6$; pression $= 452^{mm}$; vent modéré.

» *Remarque.* — S'il était permis d'appliquer à mes observations la formule simple

$$I = AP^{\frac{1}{\sin h}},$$

h étant la hauteur du Soleil, on aurait obtenu les valeurs suivantes de la *constante solaire* A :

En se basant sur les résultats obtenus à	Taldik........	2,56
»	Kisil-Art......	2,74

Passage d'Ak Baital (Jument Blanche).
Latitude : 38°33′50″; Longitude : 71°17′.
Altitude : 4650^{m}.

» Le 21 juin 1900. — Le versant nord est couvert d'une couche mince de neige; le versant sud est nu et déjà tout à fait sec. Le vent sud soulève de temps en temps des tourbillons de poussière qui se promènent à travers le passage.

» A 11^{h}53^{m} (temps moyen local), l'insolation $=2,01$. Tempér. $=+2^{oC},9$; humid. $=1^{mm},2$; press. $=437^{mm}$.

» L'insolation est donc ici un peu plus faible qu'à Kisil-Art, quoique l'altitude d'Ak Baital est plus considérable (de 430^{m}). Je crois que c'est l'effet de la poussière suspendue dans l'air. »

ÉLECTROMAGNÉTISME. — *Sur l'aimantation des dépôts électrolytiques de fer obtenus dans un champ magnétique.* Note de M. **Ch. Maurain**, présentée par M. Mascart.

« J'ai indiqué récemment [1] quelques propriétés de ces dépôts. Il est particulièrement important, au point de vue de la théorie de l'aimantation, de comparer l'aimantation qu'ils acquièrent lorsqu'ils sont formés dans un champ magnétique donné, à celle qu'un dépôt *identique*, mais obtenu dans un champ sensiblement nul, et par suite primitivement très peu aimanté, acquiert quand on le soumet à un champ croissant à partir de zéro jusqu'à la valeur précédente. C'est cette comparaison que j'ai faite pour les dépôts électrolytiques obtenus avec un bain à l'oxalate double de fer et d'ammonium, additionné d'oxalate d'ammonium, dont l'aimantation est plus régulière et plus intense que celle des dépôts obtenus avec un bain au pyrophosphate que j'avais étudiés d'abord.

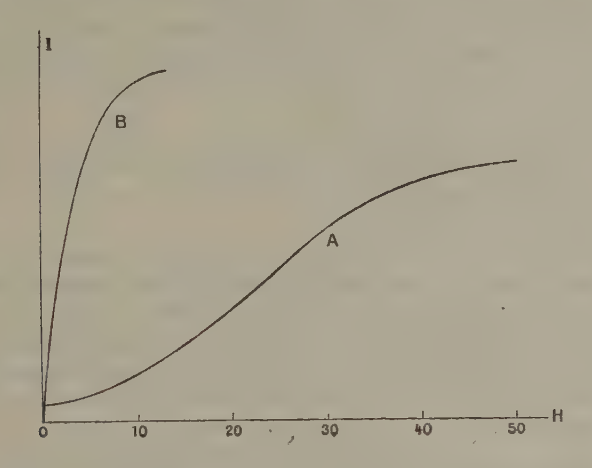
» Les deux courbes de la figure ci-après sont ainsi construites : A, courbe d'aimantation ordinaire d'un dépôt obtenu d'abord aussi peu aimanté que possible. B, courbe des intensités d'aimantation de dépôts obtenus chacun dans un champ constant (dix dépôts, correspondant à des valeurs différentes du champ). Le champ est indiqué en gauss (électromagn. C.G.S.); les ordonnées représentent l'intensité d'aimantation, le point le plus élevé de la courbe B correspondant à environ 800 C.G.S.

» La courbe d'aimantation des dépôts s'élève ainsi beaucoup plus rapidement que la courbe ordinaire; elle part très peu inclinée par rapport

---

(1) *Comptes rendus*, 13 août 1900.

à OI, la susceptibilité initiale $\left(\text{considérée comme la valeur de } \frac{I}{H}\right)$ ayant ainsi une valeur très considérable; l'intensité d'aimantation obtenue en effectuant le dépôt verticalement dans le champ terrestre est déjà très notable; lorsqu'on cherche à compenser la composante verticale par le passage d'un courant convenable dans la bobine où se font les dépôts, on réduit cette aimantation, mais, comme il est difficile de réaliser la compensation rigoureuse, elle garde une certaine valeur; c'est pourquoi la courbe A, correspondant à un dépôt ainsi obtenu, ne part pas de zéro.



» La courbe B montre que c'est seulement pour un champ d'environ 10 gauss que la croissance de l'intensité d'aimantation se ralentit; ainsi, bien que les aimants particulaires qu'on suppose dans la théorie du Magnétisme soient ici soumis dès leur formation à l'action du champ, ils ne se placent dans le dépôt de manière à réaliser à peu près la saturation que pour des champs assez élevés. Mais les positions qu'ils prennent se rapprochent cependant beaucoup plus vite de celles qui correspondent à la saturation que celles prises, dans un dépôt primitivement peu aimanté, sous l'action d'un champ croissant.

» On remarquera que la courbe B ne présente pas de point d'inflexion, à l'inverse de la courbe ordinaire. On doit considérer cette courbe comme donnant pour chaque champ l'aimantation la plus grande possible pour le fer électrolytique obtenu; sa comparaison avec la courbe A montre l'influence des liaisons moléculaires et magnétiques qui s'opposent à l'action du champ lorsqu'on construit la courbe d'aimantation ordinaire. »

TÉLÉGRAPHIE. — *Appareil pour localiser les dépêches dans la télégraphie sans fil.* Note de M. **Paul Jégou**, présentée par M. Lippmann.

« Ce nouvel appareil n'a pas pour but d'assurer le secret des messages transmis, mais seulement de faire en sorte que, plusieurs appareils récepteurs se trouvant dans le rayon d'action des ondes et munis de ce nouvel appareil, le poste intéressé à la dépêche reçoive seul la dépêche, c'est-à-dire que l'on puisse télégraphier sans fil avec un poste déterminé, sans que les autres récepteurs placés dans la zone d'action enregistrent quoi que ce soit.

» Ce nouvel appareil permettra donc d'installer des postes de télégraphie sans fils à distance variable et de ne communiquer qu'avec celui qui est intéressé à ce message.

» Avant d'entrer dans la description de mon appareil, je rappellerai un principe de télégraphie sans fil, qui est, pour ainsi dire, la base de cet appareil : c'est que la distance franchie par les ondes hertziennes augmente avec la longueur du fil radiateur (fil, comme on le sait, tendu verticalement et en communication avec un des fils induits de la bobine d'induction). D'un autre côté, on sait aussi que plus le fil collecteur (fil vertical en communication avec une extrémité du cohéreur) est long, plus le cohéreur est sensible et, par suite, susceptible d'être éloigné davantage du poste transmetteur.

» Ceci posé, j'entre dans la description de mon appareil : *c* est un cohéreur placé dans le circuit de la pile P. C' est un autre cohéreur placé dans le circuit de la pile P'. D est une bobine dite *différentielle :* elle se compose de deux fils inducteurs entourés d'un même nombre de tours autour d'un noyau de fer doux et d'un fil induit en communication avec un galvanomètre. On conçoit que si, dans les fils inducteurs, il passe deux courants de sens contraire et de force égale, l'induction sur le fil induit sera nulle et le galvanomètre restera au repos. Si, au contraire, il n'y a qu'un seul de ces courants à passer dans le fil inducteur, l'induction aura lieu et le galvanomètre déviera. R et R' sont deux fils collecteurs en communication chacun avec leurs cohéreurs respectifs et dont l'un, R', est plus court que l'autre, R.

» Ceci posé, le mode de fonctionnement est facile à comprendre. Supposons le fil radiateur du transmetteur d'une longueur suffisante pour franchir 5^{km} et le fil collecteur R d'une longueur égale à celle du fil radiateur. Lorsque le transmetteur enverra des ondes, le cohéreur C deviendra conducteur et le courant de la pile P passera dans la bobine *différentielle.* Le fil collecteur R' étant plus court, le cohéreur étant par suite, comme je l'ai dit plus haut, moins sensible, les ondes suffisantes pour influencer le cohéreur R deviennent insuffisantes pour le cohéreur R'. Un des circuits de l'inducteur reste donc ouvert et, par suite, le galvanomètre dévie. En employant un petit frap-

peur, comme on le fait dans la pratique, pour désagréger la poudre métallique, on conçoit que les déviations du galvanomètre fermant le circuit sur d'autres piles électriques, on puisse enregistrer la dépêche.

» Supposons maintenant qu'un poste semblable avec les mêmes longueurs de fils collecteurs se trouve entre le transmetteur et le récepteur dont je viens de parler. Ce poste va-t-il recevoir aussi la dépêche? Non. En effet, les ondes envoyées par le transmetteur, suffisamment puissantes pour influencer à 5^{km} un poste ayant un fil collecteur d'une longueur égale au fil radiateur, auront certainement la force d'influencer un cohéreur ayant un fil collecteur moins long et placé plus près du transmetteur que l'autre poste. On voit donc que les cohéreurs c et c' seront tous les deux en même temps rendus conducteurs de l'électricité, les deux courants passant en sens contraire dans la bobine ne créeront aucune induction, leurs influences se détruisant, et le galvanomètre ne déviera pas. Le poste n'enregistrera donc rien et ne se doutera aucunement que le poste placé à 5^{km} du transmetteur est en communication avec le poste transmetteur.

» Si maintenant le poste transmetteur veut communiquer avec le poste récepteur intermédiaire sans que le poste récepteur placé à 5^{km} soit influencé, il n'y aura qu'à employer au transmetteur un fil radiateur plus court, mais d'une longueur suffisante pour que les ondes envoyées par le transmetteur influencent le cohéreur c en communication avec le fil collecteur R, plus long que R'.

» Les ondes lancées par le transmetteur ne rendront donc conducteur que le cohéreur c et le poste recevra la dépêche; quant au poste récepteur placé à 5^{km}, il ne recevra rien, puisque la longueur du fil radiateur du transmetteur a été calculée pour que les ondes ne puissent porter que jusqu'au poste intermédiaire. »

PHYSICO-CHIMIE. — *Recherches cryoscopiques.* Note de M. **Paul Chroustchoff.**

« Parmi les résultats d'un très grand nombre de recherches faites par différents auteurs au sujet de l'abaissement du point de congélation de l'eau, par la dissolution de sels et de corps organiques, il s'en trouve encore de contradictoires. Il m'a paru important de recommencer ces recherches en employant pour la mesure des températures un autre procédé que celui employé par tous mes prédécesseurs. Ce sont surtout les travaux de M. Raoult et ceux de M. Ponsot qui m'ont engagé à apporter ce changement important dans les mesures cryoscopiques.

» Au lieu du thermomètre à mercure, j'ai fait usage (dès 1896, et en collaboration avec M. Sitnikoff) du thermomètre électrique de Callendar et Griffiths, que j'ai modifié dans quelques parties essentielles pour le but que je poursuivais, et d'une manière qui n'avait pas été mise en pratique avant moi. La partie cryoscopique de mon appareil est, en principe, celle

de M. Raoult (*Annales*, 1899), mais aussi avec certaines modifications importantes [1], comme je l'expliquerai dans une Note ultérieure [2]. Je ne puis publier aujourd'hui que les données numériques pour quatre corps avec des concentrations variables, et je suis forcé de remettre à l'été prochain une publication complète et définitive de toutes mes recherches sur la congélation des dissolutions.

» J'ai mesuré la température de congélation des dissolutions aqueuses dans les conditions que voici :

» 1° On observait l'équilibre dans un pont de Wheatstone, construit d'une façon spéciale et traversé par un courant d'un centiampère au plus, équilibre établi au point de congélation. L'observation revient à une mesure de longueur (au moyen d'une échelle et d'un microscope micrométrique) sur une échelle linéaire, entre deux points d'arrêt du contact mobile (celui pour la congélation de l'eau pure et celui ponr la dissolution) au moment d'une déviation nulle du miroir d'un galvanomètre très sensible (1^{mm} de l'échelle pour 4×10^{-10} d'ampère). Dans mon appareil un changement de température de $0°,0001$ centigrade correspond à un déplacement du contact de $\frac{2}{100}$ de millimètre ($0°,001 = \frac{2}{10}$ de millimètre). Je ne donne pour les constantes du tableau ci-joint que les dixièmes de millimètre (demi-millième de degré), mais *les mesures sont toutes de lecture directe au $\frac{2}{100}$ de millimètre (dix-millième de degré) près, sans aucune estimation.*

» 2° La dissolution (ou le liquide en général) congelée se trouvait toujours, par rapport à l'enceinte, à sa température de convergence (ou de régime permanent);

» 3° On mesurait le point de congélation du dissolvant (eau) immédiatement après ou avant l'observation de celui de la dissolution. Ce procédé exclut la nécessité de toute une série de corrections. Il est connu, d'ailleurs, que le thermomètre de Callendar et Griffiths est construit de façon à éliminer complètement la correction dite *de la tige*.

» 4° On a déterminé, à la fin de chaque expérience, la concentration (poids du corps dissous dans 100^{gr} de dissolution) du liquide final, après la formation de la glace, au point de congélation, le tout étant en équilibre. J'ai toujours fait cette analyse de la dissolution sur un échantillon de 100^{gr}

---

(1) M. Sitnikoff en a fait une description en août 1898 au Congrès de Kieff, en mon nom et au sien.

(2) Une grave maladie m'a empêché d'achever ce travail plus tôt.

environ, toute la quantité de dissolution étant de 270^{cc} pour toutes les mesures inscrites au tableau. J'ai ainsi évité les corrections, toujours peu certaines, qu'on est obligé de faire subir à la concentration à cause de la formation de la glace.

» 5° La température de congélation a toujours été mesurée sans aucun arrêt de l'agitateur. L'agitateur hélicoïdal employé était complètement indépendant du thermomètre, qui restait strictement fixe. La vitesse de rotation de l'agitateur était toujours la même et très constante dans toutes les observations.

» Le Tableau ci-dessous résume les résultats de mes mesures. La *première colonne* indique la composition approximative de la dissolution; la *seconde* donne l'abaissement (C) en millimètres de mon échelle (calibrée en même temps que la résistance au courant du fil métallique en platine argent, que parcourt le contact mobile), c'est-à-dire la différence de longueur entre deux points de contact correspondant à deux équilibres (eau et dissolution); la *troisième* indique la concentration en grammes (P) au point de congélation; enfin la *quatrième colonne* donne le coefficient d'abaissement $\left(\frac{C}{P}\right)$, c'est la moyenne de plusieurs observations (dans la plupart des cas), les nombres de la deuxième et de la troisième colonne étant donnés comme exemples d'une seule observation. Pour comparer ces nombres à ceux des autres (donnés en degrés) il suffit de multiplier les abaissements de mon Tableau par 0,005; mais ce coefficient de transformation n'est toutefois qu'approximatif. Les points de congélation, indiqués au Tableau, ont été mesurés par moi en collaboration avec M. Simonoff pour NaCl; ceux pour KBr^2, K^2SO^4 et pour le sucre de canne, par moi seul. Les dissolutions de sucre ont été analysées obligeamment par M. I. Krassousky, professeur à l'Institut Technologique de Charkoff, au grand polarimètre Landolt, appartenant à cet Institut.

Dissolution.	C.	P.	$\frac{C}{P}$.
$\frac{1}{4}$ Na Cl.....	177,48	1,4720	120,2
$\frac{1}{8}$ Na Cl.....	91,13	0,7502	121,5
$\frac{1}{16}$ Na Cl.....	45,15	0,3737	120,6
$\frac{1}{32}$ Na Cl.....	22,30	0,1850	120,9
$\frac{1}{64}$ Na Cl.....	11,22	0,0926	121,3
$\frac{1}{8}$ Sucre.....	49,53	4,136	12,0
$\frac{1}{16}$ Sucre.....	24,62	2,021	12,2
$\frac{1}{32}$ Sucre.....	11,35	0,924	12,3

Dissolution.	C.	P.	$\frac{C}{P}$.
$\frac{1}{4}$ KBr.....	175,43	2,9151	59,9
$\frac{1}{32}$ KBr.....	23,00	0,3773	60,9
$\frac{1}{64}$ KBr.....	11,17	0,1914	58,2
$\frac{1}{128}$ KBr.....	5,46	0,0971	56,1
$\frac{1}{4}$ K^2SO^4...	215,20	4,5322	47,5
$\frac{1}{16}$ K^2SO^4...	59,20	1,1062	53,5
$\frac{1}{64}$ K^2SO^4...	16,65	0,2980	55,5

» Des données de ce Tableau je tire les conclusions suivantes :

» 1° Il existe des dissolutions dont le coefficient d'abaissement ne varie pas avec la dilution (celui de NaCl dans les limites de concentration étudiées); quant à celui de KBr, il diminue légèrement avec la dilution.

» 2° Pour d'autres dissolutions, ce coefficient augmente d'une façon très marquée dans certains cas (K^2SO^4), ou bien d'une manière peu sensible dans d'autres (sucre de canne).

» 3° Ces résultats sont conformes, au moins par leur caractère général, à ceux de M. Ponsot. »

CHIMIE ANALYTIQUE. — *Nouvelle méthode de dosage de l'arsenic.* Note de M. **O. Ducru**, présentée par M. A. Ditte.

« Dans une solution ammoniacale faible, riche en sels ammoniacaux, l'acide arsénique peut, ainsi que je l'ai indiqué ([1]), être entièremeut précipité par les sels de cobalt : ce fait m'a permis de réaliser une nouvelle méthode de dosage de l'arsenic.

» Les conditions à réaliser sont très simples : le cobalt doit être en excès notable, environ une fois et demie la quantité théoriquement nécessaire; la solution doit être faiblement ammoniacale. Si elle contenait à l'état libre 1,5 pour 100 de son volume d'ammoniaque à 20 pour 100, on se trouverait dans les conditions de formation de l'arséniate monoammonique de cobalt. En pratique, pour tenir compte des pertes pendant le chauffage, on en ajoute environ 3 pour 100. Il faut enfin que la liqueur soit très chargée en chlorhydrate d'ammoniaque, environ 100^{gr} par litre; il m'a d'ailleurs semblé préférable d'employer l'acétate.

» *Réactifs nécessaires :* 1° Solution de chlorure de cobalt cristallisé à 75^{gr} par litre : on en prendra 10^{cc} pour 100^{mgr} d'arsenic;

» 2° Solution d'acétate d'ammoniaque obtenue en saturant de l'acide acétique à 40 pour 100 de cristallisable ($D = 1,052$) par de l'ammoniaque à 20 pour 100 jusqu'à réaction légèrement alcaline.

» *Mode opératoire :* La solution contenant l'acide arsénique est concentrée à petit volume : au besoin, on évapore à sec et l'on reprend par une quantité d'eau connue, aussi faible que possible : les carbonates alcalins sont, s'il y a lieu, décomposés par l'acide chlorhydrique, puis on ajoute, goutte à goutte, de l'ammoniaque jusqu'à réaction alcaline au tournesol, sans dépasser ce point.

([1]) O. Ducru, *Comptes rendus*, 22 octobre 1900.

» D'autre part, on introduit dans une fiole conique la quantité de solution de cobalt jugée nécessaire, évaluée d'après la règle ci-dessus; on ajoute l'acétate d'ammoniaque, qui doit représenter environ le quart du volume total, y compris la solution à précipiter. Avec une pipette graduée ou un compte-gouttes, on ajoute environ 3 pour 100 de ce même volume d'ammoniaque à 20 pour 100. Dans ce mélange, on verse la solution arsenicale, ou inversement; on agite vivement, puis la fiole, fermée par un bouchon de porcelaine, est placée au bain-marie ou dans une étuve à eau bouillante.

» Lorsque la cristallisation est terminée, on laisse refroidir complètement et l'on abandonne pendant quelques heures. Le précipité est alors recueilli sur un filtre et lavé à fond à l'eau froide. Trois moyens peuvent maintenant être employés pour déterminer le poids de l'arsenic :

» 1° *Pesée du précipité recueilli sur filtre taré, et séché à poids constant dans l'étuve à eau bouillante.* — Le précipité est de l'arséniate monoammonique de cobalt $(AsO^4)^2Co^3 + AzH^3 + 7H^2O$; son poids, multiplié par 0,2508, donne celui de l'arsenic.

» 2° *Calcination du précipité dans un creuset de porcelaine taré.* — On fait passer dans un creuset assez grand la plus grande partie du précipité; ce qui reste est dissous au moyen d'acide nitrique étendu et chaud et passé dans le creuset. On évapore au bain-marie; à la fin, on ajoute un peu d'acide nitrique concentré; on amène à sec, on chauffe progressivement, et l'on termine par calcination à poids constant au rouge sombre.

» Ce procédé est moins exact que le précédent : en calculant As comme si le précipité calciné était $(AsO^4)^2Co^3$ pur, on trouve toujours une surcharge. Il paraît se former un peu de peroxyde de cobalt. En employant le coefficient 0,3193, déterminé expérimentalement, on obtient cependant des résultats utilisables dans beaucoup de cas.

» 3° *Pesée du cobalt déposé électriquement.* — Le précipité est redissous sur le filtre par HCl étendu et chaud; puis on élimine As par la méthode de Wöhler, ou bien on précipite Co par la soude et le brome. Dans les deux cas, Co est déposé par électrolyse de la solution sulfurique ammoniacale. Son poids, multiplié par 0,8518, donne celui de As.

» Pour vérifier l'exactitude de ces méthodes, j'ai employé des solutions d'arséniate triammonique et d'arséniate de potasse titrées avec le plus grand soin par précipitation de l'arséniate ammoniaco-magnésien. La correction de solubilité de ce dernier sel a été prise égale à 1^{mgr} de sel desséché à 100° pour 50^{cc} du volume total du filtrat et des liquides de lavage. Pour reproduire les conditions que donne l'oxydation du sulfure d'arsenic mélangé de soufre, ou l'attaque par voie sèche d'un composé arsenical, j'ai ajouté aux solutions arsenicales, suivant les cas, des quantités convenables de sulfate d'ammoniaque ou d'un mélange équimoléculaire des chlorures alcalins. Le Tableau ci-dessous indique quelques résultats : tous les nombres donnés par le calcul ont été arrondis à $0^{mgr},1$.

	As introduit en mgr.	Poids du précipité en mgr.			As retrouvé en mgr.			
		I.	II.	III.	I.	II.	III.	Observations.
PREMIÈRE MÉTHODE. *Pesée sur filtre taré.*	1,0	3,9	3,7	3,6	1,0	0,9	0,9	
	2,0	8,2	8,3	7,7	2,0	2,1	1,9	
	25,0	101,1	99,7	»	25,3	25,0	»	avec 175mgr de Am^2SO^4
	116,2	464,9	466,2	»	116,6	116,9	»	avec 700mgr id.
	20,0	79,2	78,4	»	19,9	19,7	»	avec 800mgr de KCl + NaCl
	200,0	799,8	800,4	»	200,6	200,7	»	avec 1600mgr id.
DEUXIÈME MÉTHODE. *Calcination du précipité.*	1,0	3,4	3,4	3,5	1,1	1,1	1,1	
	2,0	6,8	6,5	7,0	2,2	2,1	2,2	
	24,7	76,8	74,4	77,3	24,5	23,7	24,7	
	100,0	311,5	310,4	311,1	99,5	99,1	99,3	
	290,4	908,4	908,1	»	290,1	290,0	»	
TROISIÈME MÉTHODE. *Pesée du cobalt.*	1,0	1,2	1,1	»	1,0	0,9	»	Les poids indiqués dans les deuxième et troisième colonnes sont ceux du Co.
	2,0	2,3	2,4	»	2,0	2,0	»	
	10,0	11,7	11,6	»	10,0	9,9	»	
	100,0	117,1	116,7	»	99,7	99,4	»	
	477,4	561,4	561,2	»	478,2	478,0	»	

» Ces résultats, qui portent sur des poids de As variant de 1mgr à près de 500mgr, montrent que la méthode proposée est d'une application générale et convient aux différents cas qui peuvent se présenter pour le dosage de l'arsenic. Il en résulte d'ailleurs également que tout mode de dosage de Co peut s'appliquer à celui de As, ce qui étend considérablement les moyens de détermination indirecte. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur une méthode générale de séparation des métaux qui accompagnent le platine.* Note de M. E. **Leidié**, présentée par M. Troost [1].

« L'exploitation industrielle des minerais de platine et d'iridium laisse des résidus qui renferment, avec des restes de ces deux métaux, de nom-

[1] Travail effectué au laboratoire de Chimie de l'École Normale supérieure.

breux métaux étrangers préexistants dans le minerai, ou introduits à la suite des divers traitements, et, en outre, un certain nombre de corps rares, tels que l'osmium, le ruthénium, le palladium et le rhodium; c'est en raison de la présence de ces métaux que l'analyse de ces résidus mérite d'être étudiée. La méthode suivante est fondée sur les propriétés des azotites de ces métaux, qui ont été étudiés par Claus, Fischer, Gibbs, Joly, Leidié, Vèzes. Elle n'a rien de commun avec l'ancienne méthode de Gibbs, dont l'inexactitude a été démontrée.

» I. Élimination des métaux étrangers et transformation des métaux du platine en azotites doubles. — On soumet les résidus successivement à un grillage à l'air, à une réduction dans l'hydrogène, à des lavages à l'acide chlorhydrique dilué, enfin à une dernière réduction dans l'hydrogène. On les mélange alors avec deux fois leur poids de chlorure de sodium et on les chauffe dans le chlore, au rouge naissant, en recueillant les produits volatils ou entraînés mécaniquement. Le produit de l'attaque et la partie volatilisée sont traités par l'eau, et l'opération est recommencée au besoin sur le résidu insoluble. La dissolution (pour laquelle on doit employer un poids d'eau d'environ vingt fois celui du métal attaqué) est abandonnée au repos pendant vingt-quatre heures. L'argent avec la majeure partie du plomb et du bismuth sont ainsi éliminés sous forme de chlorures insolubles.

» La dissolution est filtrée, puis chauffée vers 100°, et additionnée progressivement d'un léger excès d'azotite de sodium. Le fer se précipite sous forme de sesquioxyde et l'or à l'état métallique; on ajoute ensuite du carbonate de soude qui précipite sous forme de carbonates tous les autres métaux étrangers : plomb, cuivre, bismuth, etc. Le platine, le palladium, l'iridium, le rhodium et le ruthénium restent en dissolution à l'état d'azotites doubles de sodium, l'osmium à l'état de chloroosmite. On porte à l'ébullition et l'on filtre.

» II. Séparation des métaux du platine. — 1° *Osmium et ruthénium :* La liqueur est additionnée de soude et placée dans un appareil distillatoire entièrement en verre (tel que celui qui sert à la préparation de l'anhydride perruthénique); on y fait passer d'abord à froid, puis en élevant légèrement la température (50° à 60° environ), un courant de chlore. Il distille de l'anhydride perosmique et de l'anhydride perruthénique; on les reçoit dans l'eau alcoolisée, qui les réduit à l'état d'*osmium* et de *ruthénium*. On recueille ce mélange et on le traite par la méthode de Sainte-Claire Deville et Debray (*Ann. de Chim. et de Phys.*, 3e série, t. LVI, p. 407-408) pour en séparer les deux métaux.

» 2° *Iridium et rhodium :* La distillation terminée, la liqueur alcaline est saturée à chaud par l'acide chlorhydrique, et additionnée de nouveau d'azotite de sodium pour retransformer en azotites doubles les métaux qui étaient passés à l'état de chlorures sous l'action du chlore, puis on la sature de chlorure d'ammonium.

» L'iridium et le rhodium se précipitent sous forme d'azotites doubles d'ammonium qui sont insolubles dans les solutions de sel ammoniac renfermant du sel marin. Ceux-ci sont traités par l'acide chlorhydrique à chaud : la solution, convenablement

évaporée et traitée par l'eau, renferme du chlorure iridique et du sesquichlorure de rhodium; en la saturant de sel ammoniac on précipite le premier, tandis que le second reste dissous. Le chloroiridate d'ammonium est recueilli, séché, et chauffé avec son poids de sel marin à 450° : il se transforme en chloro-iridate de sodium soluble dans l'eau, tandis que le sesquichlorure double de rhodium qu'il aurait pu entraîner se décompose en donnant le sesquichlorure de rhodium anhydre et insoluble dans l'eau.

» Le chloroiridate de sodium est dissous, puis précipité par le sel ammoniac à l'état de chloroiridate d'ammonium. Celui-ci, réduit dans l'hydrogène au rouge sombre, donne l'*iridium*.

» On fait cristalliser le sesquichlorure de rhodium et d'ammonium qui reste dans la dissolution d'où l'on a précipité l'iridium. On le dissout, on le transforme en azotite double de sodium, puis, par double décomposition, en azotite double d'ammonium (celui d'iridium étant plus soluble, l'iridium, qui aurait pu être entraîné, reste dans la liqueur si celle-ci n'est pas saturée de sel ammoniac). Cet azotite double est transformé par l'acide chlorhydrique en sesquichlorure de rhodium et d'ammonium, lequel, par réduction dans l'hydrogène, au rouge, donne le *rhodium*.

» 3° *Platine et palladium :* La liqueur d'où l'on a précipité iridium et rhodium ne renferme plus que le platine et le palladium (avec des traces d'iridium si l'on n'a pas ajouté assez de sel ammoniac). On l'évapore à sec et l'on chauffe le résidu avec de l'acide chlorhydrique concentré pour transformer les azotites en chlorures; puis on dessèche et l'on calcine.

» Le résidu est traité par l'eau pour enlever les sels alcalins, et ensuite dissous dans l'eau régale dont on chasse l'excès par une évaporation convenable à siccité. On reprend par l'eau : la dissolution renferme le chlorure platinique, le chlorure palladique (avec des traces de chlorure iridique si l'on a mal opéré); tous trois sont précipitables par le sel ammoniac. On transforme les deux derniers en chlorure palladeux et en sesquichlorure d'iridium non précipitables par ce réactif en faisant passer dans la liqueur un gaz réducteur ([1]). Alors on met dans la liqueur du chlorure d'ammonium de façon à la presque saturer.

» Le chloroplatinate d'ammonium qui se précipite est recueilli, on le fait recristalliser à une ou deux reprises dans l'eau bouillante. Réduit dans l'hydrogène, au rouge, il donne le *platine*.

Dans les eaux mères, on verse du cyanure mercurique : il se précipite du cyanure palladeux. Ce sel est décomposé par la chaleur; le palladium est dissous dans l'acide azotique, et l'azotate est transformé en chloropalladite d'ammonium. Celui-ci, réduit dans l'hydrogène et refroidi dans l'acide carbonique, au rouge, fournit le *palladium*.

» Cette méthode a pour principaux avantages d'éliminer, du premier

---

([1]) On a employé, dans ce but, l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré. Mais le premier donne des sulfites qui gênent les réactions; le second occasionne des pertes en rendement. Je préfère le bioxyde d'azote; on le fait barboter dans la liqueur placée dans un flacon dont on a chassé l'air par de l'acide carbonique. On chasse ensuite le bioxyde d'azote par un nouveau courant d'acide carbonique.

coup, tous les métaux étrangers et de ne pas nécessiter d'outillage spécial comme les méthodes par voie sèche. »

CHIMIE. — *Combinaison directe de l'hydrogène avec les métaux du groupe des terres rares.* Note de M. **Camille Matignon.**

« J'ai établi précédemment [1] que les métaux du groupe des terres rares, thorium, cérium, lanthane, praséodyme, néodyme et samarium, se combinaient directement et rapidement avec l'azote. Le mode opératoire suivi dans ces recherches a été appliqué pour reconnaître si l'hydrogène se combinait directement avec ces mêmes métaux. Winkler a déjà reconnu [2] que le thorium, le cérium et le lanthane absorbaient l'hydrogène.

» Le tube à expérience, muni d'un tube manométrique, renferme quelques grammes du mélange susceptible de donner naissance au métal (de préférence l'oxyde et le magnésium); il est parcouru pendant un certain temps par un courant d'hydrogène, puis fermé facilement grâce à un étranglement qui le sépare de l'appareil à hydrogène. Au moment de la réaction, le mercure monte rapidement dans le tube manométrique et s'arrête à une hauteur variable avec le métal, mais égale au moins aux $\frac{9}{10}$ de la pression atmosphérique. Pendant le refroidissement, le mercure s'élève encore et son niveau finalement ne se distingue pas sensiblement du niveau barométrique.

» Tous les métaux précédents se combinent directement et rapidement avec l'hydrogène. En outre, les hydrures formés sont dissociables à haute température et possèdent déjà une pression de dissociation à la température de l'expérience, pression mesurée par la différence de niveau dans les tubes manométrique et barométrique.

» Par exemple, l'hydrure de praséodyme, l'un des plus dissociables, m'a donné les résultats suivants : le mercure s'est fixé d'abord à $67^{cc},5$ et, après refroidissement du tube, a atteint une hauteur ne différant de la pression barométrique que d'une quantité de l'ordre des erreurs de mesures. Or la température était bien inférieure à $1000°$ et cette température n'existait que dans une fraction du tube; en admettant cette température pour toute la masse gazeuse, elle devrait posséder, après refroidissement, une pression voisine de 2^{cm}. Il n'y a donc aucun doute sur l'existence d'une pression de dissociation de l'hydrure de praséodyme.

» En chauffant le tube dans des appareils permettant de réaliser des

---

(1) *Comptes rendus,* ce tome, p. 837.

(2) *Berichte,* p. 1966; 1891.

températures constantes on voit qu'il sera facile, avec cette forme expérimentale fort simple, de construire les courbes des pressions de dissociation de ces hydrures.

» *En résumé :* 1° Le néodyme, le praséodyme, le samarium se combinent directement et rapidement à l'hydrogène. Le thorium, le cérium, le lanthane, déjà connus comme éléments fixateurs de l'hydrogène, l'absorbent avec la même rapidité.

» 2° Ces hydrures sont dissociables.

» 3° La méthode qui a servi à établir les faits précédents permet en même temps d'effectuer très simplement la mesure des pressions de dissociation hétérogène de ces hydrures. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur quelques chlorobromures de thallium* [1]. Note de M. V. **Thomas**, présentée par M. H. Moissan.

» Dans une Note parue dans les *Comptes rendus* du 14 mai 1900, j'ai montré que le bromure aurique était réduit par le chlorure thalleux. Dans cette réaction, comme je l'ai mentionné, il se précipite une quantité d'or telle que le bromure d'or réduit correspond à la formation d'un chlorobromure thallique.

» J'avais pensé isoler facilement ce composé par simple évaporation de la solution après filtration de l'or réduit, mais il n'en est rien. La solution par concentration laisse déposer de petits cristaux rouge foncé qui sont constitués par une combinaison double halogénée de thallium et d'or, ce dernier métal provenant de l'excès de bromure d'or ajouté par la transformation de sel thalleux en sel thallique [2].

» Je fus par suite amené tout naturellement à remplacer, pour l'obtention de ce chlorobromure, l'acide bromo-aurique par le brome lui-même. Depuis cette époque, j'ai poursuivi mes recherches dans cette voie et préparé un nombre de sels mixtes, soit par l'action de brome en quantités variables sur le chlorure thalleux, soit par l'action du brome sur les produits de décomposition des chlorobromures ainsi formés sous différentes influences (action de l'eau, de la chaleur, etc.).

---

[1] Laboratoire de Chimie appliquée de l'Université de Paris.

[2] L'étude de cette combinaison est à peu près terminée et sera décrite dans un prochain Mémoire.

» Il est intéressant de noter ici que, depuis la découverte du thallium jusqu'au moment où parut mon procédé de dosage de ce métal, aucun chlorobromure n'avait été signalé et que simultanément ce sujet a été abordé depuis, quoique à des points de vue différents, en Allemagne, par M. R.-J. Meyer et, en Amérique, par M. A.-S. Cushman [1].

» Les résultats auxquels sont arrivés ces deux chimistes ne concordent pas toujours entre eux, et leurs conclusions diffèrent quelquefois aussi de celles que j'ai pu déduire de mes expériences.

» Si, à une petite quantité de chlorure thalleux mis en suspension dans l'eau, on ajoute un excès de brome, le chlorure thalleux se dissout rapidement avec élévation de température. La solution obtenue par évaporation à l'air libre prend rapidement une consistance sirupeuse, en même temps qu'il se dépose une petite quantité d'oxyde Th^2O^3, produit d'une réaction secondaire : l'hydrolyse du chlorobromure formé. Si l'on continue l'évaporation sur de l'acide sulfurique dans une atmosphère saturée de brome, on obtient des aiguilles jaune orangé représentant un chlorobromure vraisemblablement $ThClBr^2$ hydraté, très peu stable. Lorsqu'on effectue au contraire l'évaporation dans le vide sur de l'acide sulfurique, on obtient un produit de décomposition de ce chlorobromure du type Th^2X^4, de composition $Th^3Cl^2Br^4$. Enfin celui-ci en présence de l'eau se dédoubleà la façon du bibromure de thallium, en donnant un composé thallique qui se dissout et un composé du type Th^2X^3 qui se précipite par suite de sa faible solubilité.

» En procédant d'une facon inverse, c'est-à-dire en ajoutant à une même quantité de chlorure thalleux des quantités de brome croissantes, on passe de même du composé du type ThX aux composés Th^2X^3, Th^2X^4 et Th^2X^6.

» Dans cette Note, je me propose d'étudier quelques propriétés du chlorobromure $Th^3Cl^2Br^4$.

» *Préparation du chlorobromure* $T^3Cl^2Br^4$. — Pour préparer ce composé bien cristallisé, le mieux est de traiter le chlorure thalleux par le brome en excès et d'évaporer la solution dans le vide sur de l'acide sulfurique. Il se

---

(1) Le Mémoire de M. R.-J. Meyer a été déposé à la *Zeits. für anorganische Chemie* le 29 mai et publié sous le titre : *Contribution à la connaissance du thallium trivalent* dans le numéro du 31 juillet, p. 321-368. Le but poursuivi par l'auteur était, semble-t-il, de rapprocher le thallium de l'or. Cette étude paraît terminée.

Il n'en est pas de même du travail de M. A.-S. Cushman, dont la première partie porte la date du 15 mai et a paru dans l'*American chem. Journ.* du mois de septembre, p. 222-242, sous le titre : *Composés isomériques du thallium et la constitution des sels doubles.*

dégage, en même temps qu'il se dépose de petits cristaux, de grandes quantités de vapeurs colorées. Afin que ceux-ci ne soient pas souillés par l'oxyde noir de thallium produit simultanément en petites quantités, on arrête l'évaporation dans le vide lorsqu'il reste encore un peu de liquide. L'oxyde de thallium en suspension dans la liqueur est alors facilement éliminé par simple décantation. On dessèche ensuite totalement en reportant dans le vide sur l'acide sulfurique. Les cristaux ainsi recueillis renferment $Th^3Cl^2Br^4$.

	Trouvé.	Calculé.
Th (thalleux)...............	30,81	30,51
AgCl + AgBr...............	103,44	103,58
Br.........................	31,29	31,90
Cl.........................	7,37	7,08

» Ce composé a été obtenu par M. R.-J. Meyer par le même procédé. Il n'est pas douteux que la formation d'un tel composé résulte de réactions complexes, car on l'obtient aussi en traitant le chlorure thalleux par une quantité de brome insuffisante par la transformation de ce chlorure en composé thallique. Toutefois, l'explication que le chimiste allemand fournit de sa formation me paraît bien compliquée et je lui préfère la suivante :

» Dans une première phase, il y a transformation du chlorure thalleux en chlorobromure thallique

$$ThCl + Br^2 = ThClBr^2.$$

Puis ce chlorobromure se transformerait en solution sous l'influence de l'excès de chlorure thalleux en composé $Th^3Cl^2Br^4$, absolument comme il le ferait soit dans le vide, soit à l'air libre. Dans cette réaction il se comporterait comme un mélange de chlorure et de bromure thallique :

$$2ThBr^3, ThCl^3 = 2ThBr^2 + Br^2 + ThCl^2 + Cl;$$

le brome et le chlore se dissolvant immédiatement en transformant une nouvelle quantité de chlorure thalleux en composé thallique.

» *Propriétés.* — Le composé ainsi obtenu forme de petits prismes transparents d'apparence orthorhombiques, de couleur jaune soufre et qui paraissent se ternir par une exposition prolongée au contact de l'air. Pulvérisés, ils donnent une poudre d'un jaune très clair qui paraît inaltérable dans les conditions ordinaires.

» L'eau les décompose à température ordinaire et beaucoup plus rapidement à chaud. Cette décomposition est rendue visible aux yeux par le

changement de couleur qu'éprouvent les cristaux. Du jaune, ils virent à l'orangé en même temps qu'ils se dissolvent lentement. L'acide chlorhydrique agit de même, mais le chlorobromure formé du type Th^2X^3 subit à nouveau l'action de cet acide et l'on revient au type ThX. L'acide bromhydrique se comporte d'une façon semblable, mais la réaction est un peu plus compliquée, l'acide chlorhydrique étant déplacé par l'acide bromhydrique, partiellement tout au moins.

» Les acides oxygénés, l'acide sulfurique et l'acide azotique, par exemple, mettent en liberté, surtout à chaud, une grande quantité d'halogène.

» Le brome, au contact d'une petite quantité d'eau, dissout très facilement ce chlorobromure. On retourne au type Th^2X^6.

» Sous l'action de la chaleur, vers 150°, il fonce légèrement de couleur, puis il fond à 165° en un liquide jaune avec une légère décomposition. A plus haute température la décomposition est beaucoup plus rapide; il se dégage de grandes quantités de brome, et si l'on n'a eu soin de ne pas chauffer trop fortement mais seulement jusque vers 360°, le résidu consiste en une masse orangé tirant sur le rouge formée de petites lamelles et appartenant très probablement au type Th^2X^3.

» Dans de prochaines Notes, je compléterai l'histoire de ce chlorobromure et étudierai les chlorobromures du type Th^2X^3 et Th^2X^6. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Sur le séléniure de cadmium.* Note de M. **Fonzes-Diacon**, présentée par M. H. Moissan.

« Le séléniure de cadmium peut être obtenu par voie sèche ou par voie humide.

» 1° *Par voie sèche.* — Par union directe des éléments à haute température, il a été obtenu par Little (¹) sous forme d'une masse cristalline *jaune d'or*.

» M. Margottet (²) a essayé de faire cristalliser le séléniure de cadmium en le sublimant dans un très lent courant d'hydrogène; il n'a pu obtenir, dans ces conditions, que de larges lames striées, les unes *noir de jais,* les autres brun rougeâtre.

» Je n'ai pas eu de meilleur résultat en sublimant du séléniure de cad-

---

(¹) Little, *Liebig's Annalen,* t. CXII, p. 211.

(²) Margottet, *Thèse de Doctorat,* 1879.

mium précipité, dans un creuset de charbon chauffé par sa partie inférieure dans le couvercle d'un four Moissan, à la température élevée d'un arc de 80 volts et 120 ampères. L'anneau de séléniure sublimé ne présente pas de cristaux nettement formés.

» J'ai réussi à préparer le séléniure de cadmium cristallisé par la méthode qui m'a déjà permis d'obtenir du séléniure de zinc rhomboédrique (1).

» Dans un tube de verre, on chauffe du chlorure de cadmium jusqu'à commencement de volatilisation; on fait alors traverser le tube par un lent courant d'hydrogène chargé d'hydrogène sélénié.

» A la fin de l'opération, les nacelles renferment une masse cristalline brillante d'un brun noirâtre qui, examinée au microscope, présente des isocéloèdres isolés très nets et des prismes hexagonaux hémimorphes. Ces cristaux sont transparents, brun clair, et agissent fortement sur la lumière polarisée. Ils appartiennent donc, comme SeZn obtenu dans les mêmes conditions, au système rhomboédrique.

» Ils répondent à la formule SeCd, leur densité à 15° est de 5,81.

» 2° *Par voie humide.* — En traitant une solution de chlorure de cadmium par l'hydrogène sélénié, Uelsmann a préparé un séléniure de cadmium précipité *brun foncé*.

» M. Fabre (2) a obtenu, par l'action du séléniure de sodium sur une solution de *sulfate de cadmium*, un précipité *noir brun* et par l'action de l'hydrogène sélénié sur une solution d'*iodure de cadmium* un précipité *jaune brunâtre*. Ces deux composés ne différeraient que par leur état d'agrégation, et le premier serait formé avec un dégagement de chaleur plus considérable que le second.

» J'ai repris cette question et je crois pouvoir conclure de mes expériences qu'il n'existe qu'un seul séléniure de cadmium de couleur *brun chocolat foncé*.

» En effet, quand on fait passer un courant d'hydrogène sélénié dans des solutions de *nitrate* ou de *sulfate* de cadmium, il se forme, au sein des liqueurs, des lamelles irisées d'une couleur brun rougeâtre plus ou moins foncé, suivant leur épaisseur.

» Si l'on substitue à ces sels oxygénés des solutions des composés halogénés du cadmium (Cl^2Cd, Br^2Cd, I^2Cd), on obtient également ces lamelles brun rougeâtre si l'hydrogène sélénié arrive en abondance dans des solutions étendues.

» Mais dans des liqueurs concentrées, traversées par un courant très dilué d'hydrogène sélénié, on obtient au début des précipités jaunes. Avec l'iodure de cadmium

(1) Fonzes-Diacon, *Comptes rendus*, 26 mars 1900.

(2) Fabre, *Thèse de Doctorat*, 1887.

on obtient notamment un précipité d'un *jaune vif* très pur. Ce précipité peut être lavé à l'eau distillée froide sans que sa couleur change beaucoup, bien que s'accentuant un peu. Desséché dans le vide, à l'abri de la lumière, il prend une teinte *rouge orange vif*.

» La potasse en solution concentrée et chaude le transforme en séléniure *brun rougeâtre*.

» A l'analyse il renferme une quantité d'iode qui lui fait attribuer la formule

$$3\,SeCd, I^2Cd.$$

» Ce séléniure jaune est donc un iodoséléniure de cadmium, analogue probablement au composé *jaune brunâtre* de M. Fabre.

» Abandonné sous l'eau à l'action de la lumière solaire, il se dissocie lentement et se transforme en séléniure brun.

» Les composés semblables formés avec le chlorure et le bromure paraissent moins stables.

» *Propriétés*. — Le séléniure de cadmium précipité ou cristallisé est facilement décomposé par les acides. Le chlore en déplace le sélénium à une température peu élevée.

» Grillés dans un courant d'oxygène ils donnent naissance à de l'oxyde de cadmium et à SeO^2.

» *En résumé*. — J'ai préparé un séléniure de cadmium cristallisé, $SeCd$, rhomboédrique, isomorphe avec le séléniure de zinc obtenu dans les mêmes conditions.

» J'ai signalé l'existence de chloro, bromo, iodoséléniure de cadmium. L'iodoséléniure, jaune à l'état humide, devient rouge orange vif par dessiccation; sa stabilité est assez grande. »

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation préliminaire, à la source même, de la recherche des métaux contenus en très faibles proportions dans les eaux minérales*. Note de M. F. **Garrigou**, présentée par M. Armand Gautier.

« Il y a plus de trente ans que j'ai, pour la première fois, appliqué à la recherche des nombreux métaux que les eaux minérales transportent des profondeurs du sol jusques à la surface (en en déposant au passage une partie sous forme de filons), la méthode des évaporations de grandes quantités d'eau. Mais les recherches faites sur ces grands volumes exigeant une installation spéciale pour l'évaporation des mètres cubes souvent nécessaires, j'ai cherché un moyen d'opérer plus simple et non moins correct.

» J'utilise l'action connue de l'hydrate de baryte sur les oxydes métalliques qu'il précipite tous, sauf les alcalis. Dans l'eau minérale *et à la source même,* je précipite par la baryte non seulement les acides minéraux et organiques formant avec cette base des sels insolubles, mais encore tous les oxydes métalliques lourds, les oxydes terreux, et la presque totalité des alcalino-terreux.

» J'opère ensuite, sur le précipité, la séparation des acides et des oxydes métalliques, d'après les procédés classiques.

» Dans ces conditions, je puis, au lieu d'émergence même, séparer les traces de métaux répondant à plusieurs mètres cubes d'eau, et il n'y a plus à emporter au laboratoire, pour procéder aux opérations qui suivent, qu'un précipité pesant en général moins d'un kilogramme.

» Voici comment j'opère : j'emmagasine, à la source même, l'eau minérale dans des bonbonnes de verre ou des cuves de bois d'une propreté absolue, soit en me servant d'un siphon de verre placé dans le griffon, soit en laissant couler l'eau directement de la source, mais en évitant tout tuyautage métallique; à mesure que l'eau tombe dans le récipient, j'ajoute de l'hydrate de baryte pur, en poudre fine, et j'agite vigoureusement. Le vase est ensuite laissé au repos.

» Lorsque le liquide est devenu parfaitement limpide, on décante, et le précipité est recueilli soit sur un filtre, soit dans un flacon de verre.

» Dans le liquide décanté, on ajoute de l'acide sulfurique pur en quantité un peu plus que suffisante, pour précipiter l'excès de baryte provenant de la première opération. On sépare le sulfate de baryte qui se dépose; on le lave bien à l'eau minérale. Il contient une petite quantité de métaux échappés à la première précipitation. Je dirai, dans une prochaine Note, à quelle recherche nouvelle peut servir le liquide privé de tous les corps que l'hydrate de baryte a séparés.

» On a, réunis dans le premier et dans le second précipité barytiques, tous les métaux, ou à peu près, contenus dans l'eau minérale.

» En traitant ces deux précipités au laboratoire par les méthodes classiques de séparation des acides et des oxydes, on arrive à connaître les métaux contenus, même en très faible proportion, dans l'eau étudiée.

» Les résultats jusqu'ici obtenus dans les analyses ordinaires des eaux minérales faites sur 1^{lit} à 2^{lit} ne donnent pas la moindre idée du nombre et de la quantité de métaux que les sources thermominérales transportent des profondeurs du sol. D'ordinaire on ne les recherche même pas. Mais si l'on opère sur 10^{lit} à 20^{lit} d'eau seulement, et si l'on employe pour la recherche de ces métaux les procédés les plus délicats (méthode des flammes, spectroscopie), on arrive très facilement à constater de nombreux radicaux métalliques là où l'analyse ordinaire n'en avait pas décelé.

» C'est ainsi qu'avec 20^{lit} d'eau des sources d'Eaux-Bonnes, de Bagnères-

de-Bigorre, de la Bourboule, de Barèges, j'ai pu confirmer l'exactitude de mes analyses anciennes faites sur des milliers de litres.

» Je montrerai prochainement que cette manière de procéder permet aussi de séparer de l'eau les diverses matières organiques (acides et alcaloïdiques), ainsi qu'une substance colloïdale que j'ai déjà signalée, pour la première fois en 1875, dans les sources thermominérales. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur la nitration des dérivés bisubstitués du benzène* (1). Note de M. CH. CLOEZ, présentée par M. Georges Lemoine.

« Les travaux de plusieurs savants, parmi lesquels Nœlting occupe certainement la première place, ont nettement fixé les règles qui président à la nitration des dérivés monosubstitués du benzène. Ces règles peuvent se résumer ainsi :

» Lorsque l'on nitre un dérivé du benzène substitué par un groupe neutre : CH^3, Cl, Br, I, faiblement acide, OH, ou basique, AzH^2, AzR^2, le radical AzO^2 se met en para ou en ortho du premier groupe substituant (2).

» Si le dérivé monosubstitué primitif renferme AzO^2, CO^2H, SO^3H, CAz ou COH, c'est-à-dire un groupe négatif, la nitration se fera en méta de ce groupe.

» Je me suis demandé si l'on ne pourrait pas arriver à poser des règles analogues pour la nitration des dérivés bisubstitués du benzène, règles permettant de prévoir *a priori* la place que prendra le groupe AzO^2 dans la molécule benzénique déjà bisubstituée. Dans l'état actuel de la Science, d'après les recherches auxquelles je me suis livré, complétées elles-mêmes par l'étude de plusieurs composés que j'ai dû spécialement préparer et dont je publierai ultérieurement la description, ces règles peuvent s'énoncer ainsi :

» 1° *Le dérivé bisubstitué du benzène renferme un groupe basique :* AzH^2 (acétylé) ou AzR^2.

» Si le second groupe substituant est neutre : CH^3, Cl; faiblement acide : OH, ou acide : CO^2H, la nitration se fera toujours en para ou ortho de AzH^2.

(1) Laboratoire de Chimie de l'École Polytechnique.

(2) Sauf lorsque l'on opère en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique. Dans ce cas, avec $C^6H^5Az(CH^3)^2$ en particulier, on obtient le dérivé métanitré.

» On n'obtiendrait un dérivé nitré en méta de AzH^2 qu'en opérant en présence d'un très grand excès d'acide sulfurique.

» On peut donc dire que, dans la nitration, AzH^2 est le *groupement directeur*, c'est-à-dire, en quelque sorte, que sa force d'attraction pour AzO^2 est plus grande que celles de CH^3, Cl, OH ou CO^2H.

» 2° *Le dérivé bisubstitué du benzène est un phénol* (OH faiblement acide).

» Le radical phénolique OH est le groupe directeur si le second groupement substituant est CH^3, Cl, AzO^2 ou COH.

» Cette règle ne s'étend pas aux éthers phénoliques. Ainsi en nitrant la méta-oxybenzaldéhyde OH(1) COH(3) on obtient les deux dérivés :

OH, AzO^2, COH et OH, COH, AzO^2

qui montrent bien que, des deux groupements OH et COH, c'est le premier qui dans la nitration est le groupe directeur; mais si l'on nitre l'éther méthylique OCH^3(1) COH(3), en plus des deux dérivés nitrés en ortho et para de OCH^3, on obtient un troisième nitro-dérivé

OCH^3, AzO^2, COH

dans lequel c'est COH qui *a dirigé* AzO^2; on peut donc dire que OCH^3 et COH ont la même valeur, la même force de direction vis-à-vis de AzO^2.

» On arriverait à la même conclusion en considérant un dérivé bisubstitué par OH et CO^2H.

» Ainsi, en nitrant l'acide CO^2H (1), OH (3) on obtient les trois dérivés :

CO^2H, AzO^2, OH — CO^2H, OH, AzO^2 et CO^2H, AzO^2, OH

» Dans les deux premiers, OH est le groupe directeur; dans le troisième dérivé, c'est CO^2H.

» 3° *Le dérivé bisubstitué du benzène renferme un groupe neutre :* Cl ou CH^3.

» Cl est directeur vis-à-vis des groupes acides AzO^2, CO^2H et COH.

» CH^3 est également directeur vis-à-vis des mêmes groupes; ainsi l'acide CH^3 (1), CO^2H (3) soumis à la nitration donne les deux dérivés

CH^3, AzO^2, CO^2H et CH^3, CO^2H, AzO^2

on n'obtient pas de dérivé nitré en méta de CO^2H, ce qui montre bien la force dirigeante de CH^3.

» 4° *Le dérivé bisubstitué du benzène renferme les deux groupes acides* CO^2H *et* AzO^2.

» Dans ce cas, on ne peut plus rien dire *a priori*, CO^2H et AzO^2 ayant en quelque sorte la même force d'attraction pour le second groupe AzO^2.

» Ainsi, en nitrant l'acide orthobenzoïque, on obtient à la fois

CO^2H, AzO^2, AzO^2 et CO^2H, AzO^2, AzO^2

» La nitration de l'acide para-nitrobenzoïque nous amènerait à la même conclusion.

» Si ces règles n'ont pas encore l'ampleur de celles qu'a établies Nœlting, cela tient à ce que beaucoup de dérivés nitrés n'ont pas été préparés jusqu'à ce jour; cela tient surtout à ce qu'un plus grand nombre encore n'ont pas été préparés directement, mais ont été obtenus par des voies détournées. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Action de l'acide azotique sur le gaïacol tribromé.* Note de M. **H. Cousin**, présentée par M. Henri Moissan.

« Dans une Note parue récemment aux *Comptes rendus* [1], j'ai étudié l'action de l'acide azotique sur le gaïacol trichloré et montré qu'il y avait

---

(1) *Comptes rendus*, t. CXXXI, p. 53.

formation d'un dérivé résultant de la soudure de deux noyaux benzéniques, dérivé qu'on pouvait envisager comme se rattachant au diphényle $C^{12}H^{10}$. J'ai appliqué la même réaction au gaïacol tribromé et constaté qu'elle menait à des résultats analogues.

» Je dissous à la température du bain-marie 20gr de gaïacol tribromé

$$C^6HBr^3-OH-OCH^3$$

dans 50cc d'alcool absolu, et après refroidissement j'ajoute 100cc d'acide acétique, puis peu à peu un mélange de 10cc d'acide azotique ordinaire et 20cc d'acide acétique. Au bout de peu de temps le mélange se colore en rouge et il se dépose une poudre rouge orangé; je filtre à la trompe et lave à l'alcool.

» Le produit desséché est purifié par cristallisations dans la benzine bouillante. Par le refroidissement il se dépose de petites masses mamelonnées d'une belle couleur rouge orangé et qui, examinées au microscope, se montrent formées d'aiguilles aplaties et contournées.

» Le corps obtenu est insoluble dans l'eau, très peu soluble dans l'alcool et l'éther, même à chaud, plus soluble dans la benzine, le chloroforme et le sulfure de carbone. Le point de fusion de ces cristaux est 186°-188°.

» Il ne contient pas d'azote et renferme du brome. Le carbone et l'hydrogène ont été dosés par des combustions en tube fermé en présence de chromate de plomb, le brome par la méthode à la chaux. Les analyses mènent à la formule $C^{12}H^4Br^4O^4$.

» Les réducteurs décolorent facilement les solutions de ce composé, et il se forme un dérivé incolore que j'ai isolé de la façon suivante :

» Je triture 10gr du corps rouge avec 20cc d'acide acétique et j'ajoute au mélange du bisulfite de soude : au bout de peu de temps le dérivé rouge est décoloré; j'ajoute alors de l'eau et traite par l'éther. Ce dissolvant évaporé laisse un résidu cristallin qui est purifié par cristallisations dans la benzine bouillante. Il se dépose par le refroidissement des cristaux incolores assez volumineux, prismatiques, insolubles dans l'eau, très peu solubles dans l'alcool, plus solubles dans la benzine et dans l'éther.

» Leur point de fusion est de 170°-172°.

» Si à la solution alcoolique on ajoute du perchlorure de fer étendu, il se forme une coloration verte passant au violet par une trace de carbonate de soude.

» Les analyses mènent à la formule $C^{12}H^6Br^4O^4$, et par conséquent ce dérivé diffère par H^2 en plus du composé rouge.

» Voyons maintenant quelle est la nature de ces deux corps.

» Le corps rouge est évidemment une quinone : par son mode de formation, la propriété qu'il possède de fixer H^2 et de donner un dérivé phénolique il se rapproche absolument des quinones. Le dérivé rouge, de même que le produit de réduction, distillé avec de la poussière de zinc laisse dégager des substances possédant l'odeur caractéristique du diphé-

nyle, et il se forme dans cette réaction de petites quantités de ce carbure. Ils appartiennent donc au groupe du diphényle.

» La réaction peut être interprétée de la façon suivante : Quand on traite le gaïacol tribromé par l'acide nitrique, deux molécules de gaïacol tribromé perdent chacune un atome de brome, et il se forme ainsi un dérivé résultant de la soudure de deux noyaux benzéniques. En même temps les deux molécules de gaïacol sont saponifiées et transformées en fonctions phénoliques ; l'acide nitrique agit alors comme oxydant et enlève H^2 aux deux oxhydryles phénoliques OH : il y a ainsi formation d'une quinone à laquelle on peut attribuer la formule suivante :

$$O_2H - O_1 - Br^2HC^6 - C^6HBr^2 - O_1 - O_2H.$$

» Le produit de réduction diffère par H^2 en plus et a pour formule

$$\underset{2}{OH} - \underset{1}{OH} - Br^2HC^6 - C^6HBr^2 - \underset{1}{OH} - \underset{2}{OH}.$$

La réaction dans le cas du gaïacol tribromé n'est pas absolument identique à celle obtenue avec le gaïacol trichloré. Il y a bien dans les deux cas formation de corps dérivés du noyau $C^{12}H^{10}$, mais avec le gaïacol chloré le corps obtenu a pour formule $C^{13}H^5Cl^5O^4$, contient cinq atomes de chlore et encore une fonction éther méthylique, c'est-à-dire un méthoxyle.

» En résumé, l'action de l'acide nitrique sur le gaïacol tribromé donne une quinone qui est à la fois un produit de condensation et d'oxydation. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Sur la présence de séminase dans les graines à albumen corné au repos.* Note de MM. **Em. Bourquelot** et **H. Hérissey.**

« C'est un fait bien connu, qu'il existe de petites proportions de diastase dans les graines à albumen amylacé au repos. On peut admettre que c'est cette diastase qui, dès que les graines sont dans des conditions favorables à la germination, procure à l'embryon les premiers aliments sucrés que nécessite son développement. Durant le processus germinatif qui suit, il se forme, et en quantité relativement considérable, de nouvelle diastase dont l'action amène peu à peu la digestion totale des réserves amylacées.

» Il semble bien qu'il y ait là un fait général, et que ce qui existe pour les réserves amylacées doive se retrouver pour toutes autres réserves alimentaires des graines : matières albuminoïdes, matières grasses, hydrates

de carbone autres que l'amidon. Nous avons examiné cette hypothèse dans le cas particulier des graines de légumineuses à albumen corné. Ces graines, comme nous l'avons établi ([1]), produisent, en germant, un ferment soluble particulier, la *séminase*, qui transforme les hydrates de carbone de l'albumen en deux sucres assimilables : galactose et mannose.

» Les graines sur lesquelles ont porté nos expériences sont les graines de Luzerne (*Medicago sativa*) et les graines d'Indigo (*Indigofera tinctoria*).

» 1° *Graines de Luzerne.* — 50gr de graines de Luzerne passées au moulin ont été délayées dans une quantité d'eau suffisante pour faire un litre. Le mélange a été ensuite additionné d'un excès de chloroforme, de façon à empêcher toute intervention microbienne. On a obtenu ainsi une masse très visqueuse qu'on a abandonnée, en ayant soin de l'agiter de temps en temps, dans un flacon bien bouché, à la température du laboratoire (20°-21°), pendant trois mois.

» Le mélange qui était, comme nous l'avons dit, très visqueux à l'origine, s'est liquéfié peu à peu, et, au moment où l'expérience a été arrêtée, on pouvait observer, dans le flacon, un liquide supérieur parfaitement fluide et un dépôt bien rassemblé occupant la partie inférieure.

» On a filtré à la trompe, et l'on a recueilli environ 925cc de liquide. Une partie de ce liquide a été additionnée de trois fois son volume d'alcool à 95°. Il s'est fait un précipité blanc relativement faible (4gr,9 pour 1000cc de liquide). Après élimination de l'alcool, on a dosé le sucre réducteur (comme dextrose), et l'on en a trouvé une proportion de 6gr,94 pour 1000cc du liquide primitif. Des essais ultérieurs ont montré que ce sucre était composé, au moins en partie, de galactose et de mannose. Le galactose a été caractérisé par la formation d'acide mucique, et le mannose a été obtenu à l'état cristallisé, après avoir été précipité sous forme de mannose-hydrazone et régénéré à l'aide de l'aldéhyde benzoïque.

» 2° *Graines d'Indigo.* — Les graines d'Indigo diffèrent des graines de Luzerne en ce sens qu'elles ne donnent pas, avec l'eau chloroformée, de masse visqueuse. Aussi a-t-il été facile d'opérer sur un poids de graines plus considérable relativement au volume total de liquide.

» 200gr de graines d'Indigo moulues ont été délayées dans une quantité suffisante d'eau pour faire un litre. Le mélange a été additionné de 15cc de chloroforme et conservé, comme le mélange fait avec la graine de Luzerne, pendant trois mois à la température du laboratoire (20°-21°).

» On a filtré à la trompe, ce qui n'a donné qu'environ 450cc de liquide parfaitement limpide. Ce liquide a été additionné de 5cc de phénylhydrazine en solution acétique. Il s'est fait un précipité très pur de mannose-hydrazone qui, après lavage et dessiccation, pesait 4gr,40.

» La totalité de cette mannose-hydrazone a été traitée par l'aldéhyde benzoïque, ce

---

([1]) *Sur les ferments solubles produits, pendant la germination, par les graines à albumen corné* (*Comptes rendus*, séance du 2 janvier 1900).

qui a fourni une solution de mannose de laquelle on a retiré ce dernier sucre à l'état cristallisé.

» Voici les données se rapportant à la détermination de son pouvoir rotatoire (lecture faite après vingt-quatre heures) :

$$v = 15; \qquad l = 2; \qquad p = 0{,}605; \qquad \alpha = +1^\circ 10', \text{ soit } +1^\circ{,}166.$$

» D'où

$$[\alpha]_D = +14^\circ{,}45.$$

» Ce sucre présentait la multirotation.

» A titre d'expérience complémentaire et comparative, nous avons fait agir l'acétate de phénylhydrazine sur le liquide filtré d'un mélange identique au précédent, préparé seulement depuis quelques heures. Ce liquide n'a pas donné lieu à la production de mannose-hydrazone; d'où il suit que le mannose ne préexistait pas dans la graine, et qu'il s'est bien formé durant la macération prolongée de celle-ci.

» En résumé, il ressort des faits qui précèdent que les graines mises en expérience renferment, avant toute germination, une petite proportion d'un ferment soluble (*séminase*) capable de fluidifier leurs albumens cornés et de les transformer en sucres assimilables. Ce sont ces sucres qui constituent les premiers aliments de l'embryon au début de son développement. »

ZOOLOGIE. — *Communication osmotique, chez l'Invertébré marin normal, entre le milieu intérieur de l'animal et le milieu extérieur* [1]. Note de M. R. **Quinton**, présentée par M. Edmond Perrier.

« 1. L'Invertébré marin normal a pour hémolymphe ou sang, c'est-à-dire pour milieu intérieur, un liquide dont la teneur en sels égale de très près celle de l'eau de mer.

» 2. Cette égalité saline résulte d'un phénomène osmotique : il suffit en effet de diluer ou de concentrer le milieu extérieur, pour voir le milieu intérieur de l'animal tendre aussitôt à l'équilibre.

» 3. Ce phénomène est bien de nature osmotique; il n'est pas dû à un mélange des deux milieux, par communication anatomique directe.

» 4. L'Invertébré marin communique donc par osmose avec le milieu extérieur.

---

[1] Travail du Laboratoire maritime du Muséum, à Saint-Vaast-la-Hougue, de la Station zoologique d'Arcachon et du Laboratoire des Hautes Études, au Collège de France.

» Historique. — Frédéricq (1882, *Bull. Ac. Roy. Belg.*, t. IV, p. 209; — 1884, *Livre jubil. Soc. méd. Gand.*, p. 271; — 1891, *Arch. Zool. exp.*, p. 117) constate : 1° sur quelques Crustacés provenant de la Méditerranée, de l'Océan et des eaux saumâtres de l'Escaut, un parallèle entre la teneur en sels de leur sang et celle du milieu où ils vivaient; 2° sur *Carcinus mœnas*, placé expérimentalement dans une eau de mer diluée, une tendance à l'équilibre entre les sels du sang et ceux du nouveau milieu extérieur. Bottazi (1897, *Arch. ital. Biol.* p. 61), opérant par la cryoscopie, voit simplement la concentration moléculaire du sang des Invertébrés marins égaler à peu près exactement celle de l'eau de mer.

» Méthode. — Les expériences qui suivent portent sur la composition minérale comparée : 1° de l'eau de mer; 2° du plasma hémolymphatique des Invertébrés marins. Comme dans l'eau de mer et dans l'hémolymphe, les chlorures, à eux seuls, à l'état de $NaCl$ presque exclusivement, comptent pour les 85 ou 90 centièmes de tous les sels dissous; leur détermination suffit à donner une indication très approchée des sels totaux. (Voir analyses Genth pour le Limule, Mourson et Schlagdenhaufen pour l'Oursin. Chez les autres Invertébrés marins, l'analyse montre que les chlorures composent à eux seuls la presque totalité des molécules dissoutes, décelées dans l'hémolymphe par la cryoscopie). Les analyses ci-après ont donc porté sur les chlorures. Elles ont porté indifféremment sur l'hémolymphe totale ou son plasma, l'expérience ayant montré que l'écart en sels, de l'une à l'autre, est à peu près nul. Chez les Annélides et les Géphyriens seuls, le liquide cœlomique était toujours centrifugé. Par *hémolymphe* on entendra indifféremment ici l'hémolymphe lacunaire, canalisée, et le liquide cœlomique.

» I. Première série d'expériences. — Le Tableau suivant résume 49 déterminations effectuées à l'état normal sur 10 espèces marines appartenant aux 5 groupes les plus importants d'Invertébrés, et 26 déterminations parallèles effectuées sur l'eau de mer où vivaient les animaux expérimentés.

Nombre des déterminations effectuées			Teneur moyenne en chlorures pour 1000 (exprimés en NaCl)	
sur l'hémolymphe,	sur l'eau de mer.	Groupes et espèces.	de l'hémolymphe.	de l'eau de mer.
6	2	Échinodermes. — *Asterias rub*...	33,39 gr	33,15 gr
6	6	Mollusques. — *Ostrea edulis*..	32,94	35,1
2	1	» — *Aplysia punct*.	32,53	32,17
1	1	» — *Octopus vulg*..	31,88	33,7
6	2	» — *Sepia officin*...	32,5	32,7
1	0	Annélides. — *Arenicola pisc*.	32,46	?
11	3	Géphyriens. — *Sipunculus rob*.	34,9	32
13	10	Crustacés. — *Carcinus mœ*..	31,47	33,44
2	1	» — *Maja squin*....	32,76	32,76
1	0	» — *Homarus vulg*.	29,5	?
49	26	Moyenne générale......	32,43	33,13

» Ce Tableau montre (à quelque fraction près) l'égalité saline qui existe à l'état normal, entre le milieu intérieur de l'animal et le milieu extérieur. Une question se pose. Cette égalité saline est-elle, oui ou non, le résultat d'un équilibre osmotique établi entre les deux milieux, à travers la paroi extérieure de l'animal? Les deux séries d'expériences qui suivent répondent affirmativement à la question.

» II. Deuxième série. — Les expériences de cette série consistent à changer l'animal de milieu, à le placer dans une nouvelle eau de mer diluée ou concentrée (par addition d'eau distillée ou, au contraire, de $NaCl$, KCl, $MgCl^2$). Après une durée d'expérience indiquée dans la colonne des temps, l'animal est retiré, saigné et analysé en chlorures, ainsi que l'eau dans laquelle il était plongé. Le soin le plus extrême est pris, en recueillant le sang, pour l'obtenir pur, exempt d'eau extérieure pouvant provenir du tégument. Le Tableau qui suit résume cette série d'expériences.

Durée de l'expérience.	Espèces.	Teneur en NaCl, pour 1000, à la fin de l'expérience, de l'hémolymphe.	du milieu ambiant.
		gr	gr
3h	*Asterias rubens*	21,7	18
3h	*Ostrea edulis*	23,1	23,7
4h30m	*Aplysia punctata*	23,69	23,4
5h30m	» »	37,04	36,77
1h45m	*Octopus vulgaris*	24,74	25,15
0h30m	*Sepia officinalis*	24	22,1
1h15m	*Arenicola piscatorum*	25,34	22
4h	*Sipunculus robustus*	40,07	39,78
1h15m	» »	25,74	22
23h	*Carcinus mœnas*	15,21	11,7
7h	» »	43,75	52,65
3h	*Maia squinado*	27,49	23,57
2h30m	*Homarus vulgaris*	22	23

» Dix-neuf autres expériences confirment simplement ces premières.

» Ce Tableau, comparé au précédent, montre toutes les teneurs salines profondément modifiées, tendant à l'équilibre avec le nouveau milieu extérieur. On remarquera, dans la colonne des temps, avec quelle rapidité le phénomène osmotique peut se produire. Reste à établir la nature *réellement* osmotique du phénomène, à démontrer qu'il n'est pas dû à un mélange des deux milieux par communication anatomique directe. On sait que l'anatomie nie déjà cette communication (sauf pour *Asterias*).

» III. Troisième série d'expériences. — S'il y a communication anatomique directe,

le mélange doit s'effectuer sans qu'il se produise une augmentation ou une diminution de poids de l'animal, au moins durables, et surtout se sériant distinctement selon que le milieu extérieur est ou dilué ou concentré.

» S'il y a, au contraire, osmose, il doit se produire toujours : 1° dans une eau de mer diluée, augmentation de poids de l'animal, par absorption d'eau; 2° dans une eau de mer concentrée, diminution par perte; — augmentation et diminution durables.

» Expériences. — *Dans l'eau de mer diluée.* — Début de l'expérience à 0^m. — *Aplysie* n° 1; temps des observations : 0^m, 35^m, 1^h, 3^h, 4^h; poids successifs : 288, 321, 339, 359, 359,5. — *Aplysie* n° 2; temps : 0^m, 1^h14, 2^h14, 3^h17, 4^h15, 11^h; poids : 303, 334, 341, 344,5, 346, 346. — *Siponcle;* temps : 0^m, 23^m, 1^h15, 5^h30, 18^h, 21^h; poids : 42, 45,5, 48, 48, 47, 47, — les trois derniers chiffres étant approximatifs à 1^{gr} près, une excrétion de sable s'étant produite.

» *Dans l'eau de mer concentrée.* — *Aplysie;* temps des observations : 0^m, 4^h, 5^h; poids : 310, 284, 284. — *Siponcle;* temps : 0^m, 30^m, 1^h30, 2^h30, 4^h; poids : 30, 29, 27,5, 27, 26,5. — *Arénicole;* temps : 0^m, 2^h30; poids : 12, 5, 11.

» Il y a donc : augmentation de poids de l'animal dans le milieu hypotonique, diminution dans le milieu hypertonique, constance quand l'équilibre est établi, — caractères propres du phénomène osmotique. La physiologie aboutit donc, comme l'anatomie, à la négation d'une communication directe. L'osmose seule est en jeu. »

ANATOMIE ANIMALE. — *Le corps adipeux des Muscides pendant l'histolyse.* Note de M. F. Henneguy, présentée par M. Alfred Giard.

« Depuis les travaux de Kowalevsky et Van Rees, on a admis généralement que les divers tissus des larves des Muscides qui subissent l'histolyse, entre autres le corps adipeux, sont détruits par les cellules sanguines ou phagocytes. Déjà cependant des observations faites sur des nymphes d'autres Insectes, en particulier celles de Korotneff et de Karawaiew, avaient montré que la phagocytose ne joue pas, dans les phénomènes d'histolyse, un rôle aussi important que celui que lui avait attribué Kowalevsky : de Bruyne (1897) n'a jamais trouvé de leucocytes dans les cellules adipeuses des Muscides et n'y a signalé que des fragments de tissu musculaire en dégénérescence.

» Ant. Berlese [1] a fait récemment une étude approfondie des transformations du corps adipeux de plusieurs Diptères, entre autres *Calliphora erythrocephala,* depuis l'éclosion de la larve jusqu'au stade d'imago, et il est arrivé à cette conclusion que les cellules graisseuses ne sont, à aucun moment, attaquées par les phagocytes.

---

[1] Ant. Berlese, *Osservazioni su fenomeni che avvengono durante la ninfosi degli insetti metabolici* (*Riv. di Patol. veget.*, t. VIII : 1899).

» Pendant la croissance de la larve, les cellules adipeuses augmentent considérablement de volume et se chargent de graisse : quand la larve cesse de se nourrir, le contenu du tube digestif s'extravase dans la cavité du corps et est absorbé par les cellules adipeuses dans lesquelles se déposent des granulations et des boules de substances albuminoïdes, boules renfermant dans leur intérieur des parties colorables par certains colorants nucléaires et ressemblant à des noyaux. Ce sont ces boules que Kowalevsky et Van Rees auraient prises pour des phagocytes. Au commencement de la nymphose, les cellules adipeuses absorbent une nouvelle quantité de matières albuminoïdes provenant de la destruction des muscles. Chez la nymphe, ces mêmes cellules expulsent, sous forme de granulations, les substances qu'elles ont absorbées et élaborées, qui se dissolvent dans le sang et servent à nourrir les nouveaux tissus en voie de formation.

» D'après Berlese, les cellules du corps adipeux, loin d'être détruites par phagocytose, sont des éléments nourriciers qui élaborent les substances nécessaires à la nutrition des tissus de la nymphe; aussi propose-t-il de les appeler des *trophocytes*.

» Les recherches que j'ai faites sur les larves et les nymphes de *Calliphora vomitoria* et *Lucilia Cæsar*, en employant la technique de Berlese, m'ont conduit à des résultats à peu près identiques à ceux du savant italien.

» Jusqu'à la fin de la vie larvaire, les cellules du corps adipeux ne renferment que de fines gouttelettes graisseuses; lorsque le contenu de l'estomac suceur passe dans la cavité du corps et se mêle au sang, on voit apparaître dans les cellules des vacuoles et des granulations, dont les unes restent incolores et les autres prennent une teinte bleu violacé pâle, en présence de l'hématéine. Bientôt la plupart de ces granulations se réunissent par places pour former des boules contenant une ou plusieurs taches arrondies, plus fortement colorées que les granulations par l'hématéine, et qui, vues à un grossissement insuffisant, ont l'apparence de noyaux. Mais il est facile de constater, avec l'aide d'un bon objectif à immersion homogène, que ces taches n'ont pas de contours nettement arrêtés, qu'elles sont constituées par un amas de très fines granulations et ne contiennent pas le cordon chromatique caractéristique des noyaux de tous les tissus des Muscides, y compris ceux des cellules sanguines.

» Les cellules adipeuses ne renferment *jamais*, depuis le commencement de la nymphose jusqu'au stade d'imago, aucun élément nucléaire

autre que le gros noyau central présentant un filament chromatique, fortement coloré, identique à celui découvert par Balbiani dans les glandes salivaires de la larve des *Chironomus*.

» Lorsque les cellules du corps adipeux se sont désagrégées, on peut voir entre elles, quelquefois accolés à leur surface, des amibocytes ou des *Körnchenkugeln*, c'est-à-dire des phagocytes contenant des fragments musculaires, mais je n'ai pu réussir à constater la pénétration de ces éléments dans les cellules. Vers la fin de la nymphose, lorsque les cellules adipeuses excrètent leurs granulations ou leurs boules de nature albuminoïde, on observe des amibocytes qui englobent quelques-uns de ces produits excrétés, mais il ne saurait être question ici de phagocytose telle que l'entend Kowalevsky.

» On retrouve encore, chez la Mouche adulte, après l'éclosion de la pupe, un certain nombre de cellules adipeuses larvaires qui sont demeurées intactes, conservant le caractère qu'elles présentaient dans la nymphe; ces cellules s'atrophient progressivement à mesure que se développe le tissu adipeux imaginal, comme l'a si bien décrit Berlese.

» M. Vaney ([1]) vient de décrire, dans la nymphe de *Gastrophilus equi*, l'histolyse de l'*organe rouge*, qui ne serait qu'une partie du corps adipeux dont les cellules auraient perdu leur réserve de graisse, et dans lesquelles se sont ramifiées des trachées; d'après ses observations, ces cellules seraient envahies par des phagocytes qui s'y creuseraient de véritables canaux. Je n'ai pas eu l'occasion d'étudier la métamorphose des Œstrides. Les conclusions absolument différentes auxquelles nous sommes arrivés, M. Vaney d'une part, Berlese et moi d'autre part, ne peuvent s'expliquer, semble-t-il, qu'en admettant que le corps adipeux des Œstres se comporte, pendant la nymphose, d'une autre manière que celui des Mouches, ou bien, ce qui est plus probable, que l'organe rouge est un tissu spécial, nettement différencié du corps adipeux. »

([1]) C. Vaney, *Contribution à l'étude des phénomènes de la métamorphose chez les Diptères* (*Comptes rendus*, n° 19, p. 758, 5 novembre 1900).

ZOOLOGIE. — *Expériences sur la télégonie* (1). Note de Mlle **Barthelet**, présentée par M. Alfred Giard.

« On sait que, sous le nom de *télégonie* ou d'*imprégnation*, on entend l'influence exercée sur une mère par un premier accouplement, de telle sorte que des rejetons ultérieurs provenant d'autres pères présentent des caractères propres au premier mâle. Dans le monde des éleveurs, la télégonie est admise presque sans conteste pour les chevaux, les chiens, le bétail, la volaille; on évite avec grand soin le contact entre une femelle de race pure et un mâle de race inférieure, dans la crainte que la femelle ne donne dans la suite des rejetons de race inférieure. Un vétérinaire anglais prétend même que certains éleveurs se servent de la télégonie comme d'un moyen de fraude : ils font couvrir une jument ou une chienne demi-sang par un mâle de race pure, puis ensuite par un mâle demi-sang, et les produits du deuxième accouplement, ayant été influencés par le premier mâle, sont vendus comme jeunes de race pure. Chez les biologistes (2), les opinions sont partagées : Darwin, Spencer, Le Dantec, considèrent la télégonie comme démontrée. On connaît le cas célèbre de la jument de lord Morton, accouplée à un Couagga, puis à un étalon noir, et dont les produits du deuxième accouplement ressemblaient un peu à un Couagga. Spencer cite les expériences positives faites par Nouel avec des brebis, et celles de D. Giles avec des cochons; Darwin, une expérience faite avec des chiens. Mac Kay prit une lapine gris d'argent, la fit couvrir par un lapin d'Himalaya, puis par un Hollandais : dans les portées postérieures avec un mâle de sa race, il y eut toujours des petits rappelant les deux premiers pères. Je laisse de côté les cas positifs de Mac-Gillivray, Orton, Harvey, etc.

» Il semblerait donc que la télégonie est un fait établi, mais d'autres expériences, peut-être moins nombreuses, mais plus précises, ont donné des résultats négatifs.

» Nathusius, Settegast, Sanson, Weismann rejettent la télégonie, ce dernier pour des raisons théoriques qui ne manquent pas de force. Vom

---

(1) Travail du laboratoire de Zoologie de la Faculté des Sciences de Nancy, dirigé par M. le professeur Cuénot.

(2) On trouvera les indications bibliographiques et un historique complet dans mon Travail *in extenso* en préparation.

Rath a montré, par une discussion très serrée, qu'un cas de télégonie présenté par des chats à oreille atrophiée n'était autre chose qu'un retour atavique. Comme contre-partie à la jument de lord Morton, on peut citer les expériences de Cossar-Ewart, qui unit à des étalons normaux des juments qui avaient été fécondées antérieurement par son zèbre Matopo : jamais les produits n'ont rappelé en quoi que ce soit les caractères du Zèbre, sauf une seule fois, où ce fut une variation d'origine paternelle ; une expérience avec des Lapins lui a donné le même résultat négatif.

» On voit, par ce court aperçu historique, que la question est loin d'être tranchée. Il ne m'a pas semblé superflu de faire des expériences précises sur des animaux présentant des caractères différenciels très nets qui révèleraient la moindre trace de télégonie. On sait que les souris blanches albinos et les souris grises (*Mus domesticus*) sont des variétés authentiques d'une même espèce, l'une et l'autre parfaitement fixées. Or, quand on croise des femelles blanches avec des mâles gris, on obtient, dans l'immense majorité des cas, des produits qui sont gris comme le père. L'influence paternelle est donc ici prépondérante, et si le premier accouplement a une influence sur la femelle, nous sommes dans les conditions les plus favorables pour la constater.

» Voici le résumé de mes expériences :

» 1° Quatre femelles blanches vierges furent couvertes par autant de mâles gris : on obtint vingt-cinq petits, tous gris. Chacune de ces femelles fut ensuite couverte par un mâle blanc ; on obtint en tout vingt-huit petits, tous blancs. Le premier père gris n'a donc eu aucune influence.

» 2° Une femelle blanche vierge fut couverte dans trois portées successives par un mâle gris : on obtint en tout 17 petits, tous gris. Couverte ensuite par un mâle blanc, on obtint 6 petits, tous blancs.

» 3° Une femelle blanche vierge fut couverte alternativement par un mâle blanc et un mâle gris ; on obtint : une première portée avec un mâle blanc qui donna 6 jeunes blancs ; une deuxième portée (mâle gris) qui donna 2 jeunes gris ; une troisième portée (mâle blanc) qui donna 5 jeunes blancs ; une quatrième portée (mâle gris) qui donna 4 jeunes gris. Même conclusion que ci-dessus, malgré la répétition des accouplements avec un mâle gris.

» Ces expériences me paraissent démontrer qu'il n'y a aucune trace de télégonie chez les souris ; j'adopte complètement l'opinion des auteurs qui ne voient dans les expériences à résultat positif que des cas de retour ou de variation et dans la télégonie elle-même qu'un préjugé d'éleveur. »

BOTANIQUE. — *Sur le polymorphisme des tiges chez une même espèce* (¹).
Note de **Marcel Dubard**, présentée par M. Gaston Bonnier.

« Un même végétal peut présenter des tiges aériennes qui sont distinctes par leur origine; par exemple, nous pouvons trouver chez une même plante, à côté de la tige issue directement de la graine par développement de la gemmule, des tiges provenant des bourgeons nés sur les rhizomes ou sur les racines; chez les arbres dont on a coupé le tronc, on observe, soit sur l'aire de la section, soit sur les racines, soit à la base de la souche, des touffes de tiges nombreuses et serrées où les cas de fasciation sont fréquents. L'origine fort différente de ces diverses tiges influe évidemment sur leur nutrition, par suite sur leur développement et leur structure.

» Je me suis proposé d'étudier comparativement les diverses tiges d'une même espèce, en me limitant aux Dicotylédones dont les racines sont capables de donner des bourgeons.

» Tantôt ces bourgeons évoluent rapidement en produisant des tiges feuillées; ils constituent alors un mode normal et puissant de multiplication pour la plante. Un bel exemple en est fourni par des Linaires vivaces, telles que *Linaria vulgaris*, *Linaria striata*; une graine de ces plantes peut donner en une seule saison un individu couvrant plusieurs mètres carrés et possédant plusieurs centaines de tiges issues de son système radical.

» Tantôt les bourgeons radicaux restent à l'état embryonnaire, ne formant que de petites émergences à la surface des racines; ils attendent en quelque sorte qu'une occasion favorable leur permette d'évoluer. C'est ce qu'on observe chez quelques espèces, telles que : *Geranium sanguineum, Alliaria officinalis, Arabis sagittata, Isatis tinctoria, Dianthus Carthusianorum, Reseda lutea*, etc. Dans ce cas les tiges radicales constituent une sorte de régénération de la plante, servant parfois à en prolonger l'existence, comme il arrive pour l'Alliaire, qui est normalement annuelle; elles sont caractérisées par une structure simplifiée rappelant par plus d'un trait celle de la germination.

» Considérons, par exemple, le *Geranium sanguineum*. Les rhizomes de cette plante émettent des racines adventives très charnues à la base, dont le diamètre s'at-

(¹) Travail du Laboratoire de Biologie végétale de Fontainebleau, dirigé par M. Gaston Bonnier.

ténue brusquement, et terminées par une partie filiforme beaucoup plus longue que la région renflée. La base de la racine produit normalement de nombreux bourgeons adventifs, rares, au contraire, au commencement de la région filiforme et disparaissant un peu plus loin. Ces bourgeons sont, comme l'a montré M. Van Tieghem [1], d'origine endogène et disposés suivant la règle diplostique, car la racine ne possède que deux faisceaux ligneux. A peine ont-ils percé l'écorce que leur développement s'arrête; ils forment alors simplement de petites saillies à la surface des racines. Mais si l'on vient à mutiler la plante en séparant certaines racines des rhizomes qui leur ont donné naissance, on observe l'année suivante le développement en tiges feuillées d'un certain nombre de ces bourgeons.

» Les tiges ainsi produites se distinguent immédiatement par leurs feuilles alternes, car les pousses aériennes normales issues des rhizomes ont les feuilles opposées; elles sont en outre plus grêles, non rameuses, et leurs entre-nœuds sont plus courts.

» J'ai cherché alors si de pareilles pousses se produisent naturellement, et, malgré l'abondance de la plante dans la forêt de Fontainebleau, je n'ai pu découvrir une seule tige à feuilles alternes. Toutes les tiges à feuilles opposées qne j'ai déterrées tiraient leur origine de rhizomes; le fait d'avoir des feuilles opposées caractérise donc les rameaux issus des rhizomes, comme les feuilles alternes caractérisent les rameaux issus des racines; de plus, on doit considérer la production de ces pousses sur les racines comme un moyen que possède la plante de se régénérer, lorsqu'elle n'a plus à sa disposition de bourgeons normaux.

» J'ai trouvé de nombreuses analogies entre une tige radicale et la tige primordiale issue de la graine; toutes deux possèdent des feuilles alternes, ne sont pas rugueuses, et leurs entre-nœuds successifs ont des longueurs comparables; le port est le même : à chaque nœud, la tige change brusquement de direction, s'inclinant en sens inverse de la feuille; son aspect général rappelle assez bien une cime hélicoïde.

» La tige issue de la graine diffère cependant de l'autre par la présence à sa base de deux feuilles primordiales à pétiole grêle, allongé et laissant entre leurs insertions un entre-nœud très court; elles se développent presque au même niveau que les cotylédons; les feuilles suivantes sont alternes avec des entre-deux allongés; elles ont un limbe présentant cinq, sept ou neuf lobes principaux, obtus, rarement subdivisés eux-mêmes, mais jamais profondément découpés; elles ressemblent, en somme, beaucoup plus aux feuilles d'un *Geranium rotundifolium* qu'aux feuilles ordinaires du Géranium sanguin. Les pétioles des feuilles, quelle que soit la tige qui les porte, possèdent toujours quatre faisceaux libéro-ligneux au sommet et trois faisceaux à la base, à l'exception des deux feuilles primordiales de la germination, qui conservent trois faisceaux dans toute leur longueur, et des cotylédons qui sont bifasciculés.

---

(1) Van Tieghem, *Recherches sur la disposition des radicelles et des bourgeons sur les racines des Phanérogames* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. V; 1887). — Van Tieghem et Douliot, *Recherches comparatives sur l'origine des membres endogènes chez les plantes vasculaires* (*Annales des Sciences naturelles*, 7e série, t. VIII; 1888).

» La structure anatomique permet aussi de distinguer les diverses tiges; le caractère le plus saillant est tiré du nombre des faisceaux :

» 1° La tige de la germination possède d'une façon constante, à tous ses entre-nœuds, six faisceaux, trois grands et trois petits, alternant régulièrement.

» 2° La tige issue d'un rhizome possède à ses entre-nœuds inférieurs des faisceaux en nombre variable, de dix à quinze, très irréguliers comme taille et disposition; peu à peu leur distribution se régularise et vers le sixième entre-nœud on trouve huit faisceaux, quatre grands et quatre petits alternant régulièrement; la disposition reste alors constante dans les entre-nœuds suivants.

» 3° La tige issue d'une racine possède à ses entre-nœuds inférieurs sept faisceaux; mais à partir du troisième entre-nœud ce nombre tombe à six comme dans la tige primordiale et la disposition des faisceaux reste dès lors constante. Donc, en résumé, le Géranium sanguin présente un polymorphisme très net dans ses tiges.

» La tige issue d'une racine rappelle la tige primordiale par son port, ses feuilles alternes, la disposition des faisceaux; elle s'en distingue par la différenciation du limbe de la feuille poussée aussi loin que dans les tiges issues d'un rhizome; ces dernières constituent le mode normal de multiplication de la plante et se distinguent par une structure plus compliquée; elles sont caractérisées par leurs feuilles opposées, leurs entre-nœuds allongés et la présence de huit faisceaux.

» Les diverses espèces où la tige radicale ne se développe qu'accidentellement présentent des analogies du même ordre. »

GÉOLOGIE. — *Les basaltes miocènes des environs de Clermont.* Note de M. **J. Giraud**, présentée par M. Albert Gaudry.

« Dans le Massif Central, les éruptions miocènes semblaient limitées au Cantal, au Velay, aux Coirons et à quelques rares localités du département du Puy-de-Dôme. Les recherches que je poursuis sur l'Oligocène de la Limagne m'ont conduit à étendre beaucoup l'aire et l'importance de ces phénomènes volcaniques anciens, dont la généralité a été indiquée récemment par M. Boule (*Livret-Guide du Congrès Géologique international à Paris*). Les environs de Clermont en présentent de très beaux exemples.

» Au nord de cette ville, la plaine de la Limagne est séparée du soubassement granitique de la chaîne des Puys par une série de plateaux de 100^m^ à 150^m^ de hauteur : les Côtes, Chânturgue, le puy de Var, Chateaugay, qui semblent les restes d'un massif unique découpé par les érosions et les mouvements du sol. Ils sont tous formés par des couches oligocènes surmontées par des nappes basaltiques. Les assises oligocènes, d'origine lacustre, sont des calcaires marneux et des marnes à Cypris et *Nystia plicata* qui s'élèvent jusqu'aux deux tiers de la hauteur. Entre ces marnes et le basalte se développe une curieuse formation de sables dont l'épaisseur varie de

20^{m} à 70^{m}. Ces sables, un peu argileux, rappelant certaines arènes granitiques, renferment une très grande quantité de fragments de feldspath blanc qui permettent d'en suivre les affleurements avec la plus grande facilité. En l'absence de fossiles, on les avait rapportés avec doute au Miocène supérieur. Or, si l'on étudie ces sables feldspathiques à l'extrémité méridionale du plateau des Côtes, on voit leur puissance augmenter et des lentilles de calcaire concrétionné à phryganes s'intercaler vers leur base. Les tubes de phryganes sont formés par l'agglutination de très nombreuses coquilles d'*Hydrobia Dubuissoni*. Ces sables, qui surmontent les marnes à Cypris sans aucun ravinement, comme on peut s'en assurer au puy Chany, au sud des Côtes, ont commencé au Stampien et ils ont continué à se déposer jusqu'à la fin de l'Oligocène. Ils sont rubéfiés à la partie supérieure, près du basalte, dont ils ne sont séparés que par quelques centimètres de produits volcaniques altérés. La conservation de sédiments aussi meubles n'a pu être assurée que par la protection du manteau basaltique dont l'épanchement a dû suivre de très près le dépôt des sables ; on est ainsi conduit à attribuer ces basaltes aux derniers temps de l'Oligocène ou à l'aurore du Miocène inférieur.

» Cette attribution se trouve confirmée par l'examen de Chanturgue et du puy du Var.

» Là, en effet, les sables feldspathiques et la nappe basaltique sont surmontés par de nouveaux sables protégés par une seconde coulée de basalte. Ces sables supérieurs présentent des caractères très spéciaux. Au milieu de grains quartzeux, à stratification fluviatile, se trouvent de nombreux petits galets de quartz, de calcaire siliceux jaune foncé, de silex bruns ou jaunes entourés d'une patine rouge ou de couleur chocolat. M. Boule, qui a bien voulu venir vérifier ces faits sur place, a attiré mon attention sur la ressemblance frappante entre ces galets et les *chailles* à fossiles jurassiques, si caractéristiques du Miocène supérieur du Cantal et du Velay. J'ai pu, en effet, y trouver quelques débris de fossiles marins (Avicules).

» Les basaltes inférieurs du puy de Var et de Chanturgue, qui reposent sur les sables feldspathiques, appartiennent à la nappe volcanique des Côtes. Mais une faille a coupé la coulée, primitivement continue, et abaissé sa partie septentrionale d'environ 50^{m}, isolant les masses de Chânturgue et de Var. Cette faille se manifeste très nettement par l'accolement des sables supérieurs à chailles du puy de Var contre les marnes à Nysties des Côtes. Le basalte de Chateaugay a de même été dénivelé par plusieurs failles. Or, l'âge de l'épisode des grandes cassures du Miocène supérieur a été précisé par M. Boule dans le Velay : les sables et argiles à chailles de Monastier, desquels nous rapprochons les sables supérieurs du puy de Var, sont intéressés par les failles qui sont antérieures aux argiles et lignites de l'Aubépin à flore du Miocène supérieur et aux sables des Coirons, à faune de Pikermi. L'éruption des basaltes supérieurs de Chanturgue et du puy de Var s'est donc faite aussitôt après le dépôt des sables à chailles, dans les derniers temps du Miocène.

» En résumé, les basaltes des Côtes et de Châteaugay, les basaltes inférieurs de Chanturgue, du puy de Var et les petits lambeaux conservés au

nord de ce point jusqu'à Cébazat, appartiennent à une première période d'activité éruptive, non encore signalée dans le Plateau Central, et qui date du début du Miocène; les basaltes supérieurs de Chanturgue et du puy de Var se sont épanchés à la fin du Miocène supérieur.

» Le basalte supérieur de la célèbre colline de Gergovia présente les mêmes particularités que les précédents. Il repose sur des dépôts fossilifères à plantes et à coquilles fossiles. L'étude des plantes a conduit M. l'abbé Boulay à les rapprocher de la flore de la fin de l'Oligocène; c'est aussi le résultat que nous a fourni l'étude stratigraphique et paléontologique du gisement. Ce basalte, reposant sur des formations synchroniques des sables feldspathiques, date aussi de la première période d'activité éruptive. Les sables à chailles ont été enlevés par l'érosion sur les plateaux de Gergovia et de Châteaugay, mais on trouve encore à leur surface de nombreuses chailles, derniers témoins des dépôts du Miocène supérieur. Enfin, le basalte supérieur de la colline de Perrier, près d'Issoire, repose sur des sables avec silex à patine rougeâtre que M. Michel-Lévy a rangés dans le Miocène supérieur. La présence de chailles vient confirmer cette détermination et permet de les rapprocher de ceux du puy de Var; elle autorise, en outre, à comprendre le basalte de Perrier avec ceux du puy de Var et de Chanturgue dans les éruptions de la fin du Miocène supérieur. Nous nous proposons d'étendre prochainement ces conclusions à un certain nombre d'autres coulées basaltiques de la région. »

PHYSIOLOGIE ANIMALE. — *Effets du travail de certains groupes musculaires sur d'autres groupes qui ne font aucun travail.* Note de Mlle **I. Ioteyko**, présentée par M. Marey.

« Dans une Communication parue dans les *Comptes rendus* (1), MM. Kronecker et Cutter étudient les effets du travail de certains groupes musculaires sur d'autres groupes qui ne font aucun travail. Étant personnellement engagée dans cette voie de recherches déjà depuis un certain temps, je crois utile d'ajouter à la Note de MM. Kronecker et Cutter un court résumé historique et de discuter quelques-unes de leurs conclusions.

» Déjà, en 1858, Fechner et Weber (2) avaient vu que les effets de

(1) *Comptes rendus* du 3 septembre 1900, t. CXXXI, p. 492.

(2) Fechner, *Beobachtungen, welche zu beweisen scheinen, dass durch die Uebung*

l'exercice d'un côté du corps se transmettaient au membre situé symétriquement du côté opposé. Parmi les auteurs modernes, Ch. Féré ([1]), en 1887, et Patrizi ([2]), en 1893, ont fait des expériences analogues. Ainsi, Ch. Féré a montré que l'exercice d'un membre autre que celui qu'il s'agit d'explorer produit des effets dynamogènes. En même temps, on constate une exagération de la sensibilité. Cet effet dynamogène est d'ailleurs commun à toutes les excitations. D'autre part, l'action dépressive d'un travail excessif poussé jusqu'à la fatigue ressort clairement des expériences de Mosso et de ses élèves : ils constatèrent une diminution notable de la force ergographique après des marches forcées.

» Il est donc nettement établi que l'exercice modéré des centres psychomoteurs produit une action dynamogène qui tend à se généraliser, et que l'état d'excitation d'un centre peut retentir sur d'autres centres, soit sur ceux du même hémisphère, soit sur ceux du côté opposé. L'épuisement d'un centre produit, au contraire, une action dépressive généralisée.

» Dans plusieurs publications, dont une Note parue il y a huit mois dans les *Comptes rendus* ([3]), j'ai confirmé ces résultats par des expériences nombreuses et variées et j'ai établi en outre la distinction entre deux *types sensitivo-moteurs* en prenant pour mesure l'accomplissement d'un travail qui, déprimant pour certains sujets, est excitant pour les autres. Ce travail limite est celui qu'on accomplit à l'ergographe de Mosso. Suivant les sujets, il détermine tantôt des phénomènes dynamogènes (*type dynamogène*) se traduisant par un accroissement de l'énergie musculaire du membre qui n'a pas participé au travail ergographique et par une exaltation de la sensibilité, tantôt des effets inhibitoires (*type inhibitoire*) se traduisant par

---

der Glieder der einen Seite die der andern zugleich mitgeübt werden (*Berichte d. Sächs. Ges. Wiss. Mat.-phys. Cl.* 1858).

([1]) Ch. Féré, *Sensation et mouvement*, Paris, 1887.

([2]) Patrizi, *La simultanéité et la succession des impulsions volontaires symétriques* (*Arch. ital. de Biologie*, XIX, 1893).

([3]) *Voir* I. Ioteyko, *L'effort nerveux et la fatigue* (*Arch. de Biologie*, XVI, p. 479-555; 1899). — *La résistance à la fatigue des centres psycho-moteurs de l'homme* (*Bull. de la Soc. roy. des Sciences méd. et nat. de Bruxelles*, séance du 8 janvier 1900). — *Le quotient de la fatigue* (*Comptes rendus*, vol. CXXX, p. 527; 1900). — *Distribution de la fatigue dans les organes centraux et périphériques* (*IVe Congrès de Psychologie*, Paris, août 1900 et *IXe Congrès des médecins et naturalistes olonais*, Cracovie, juillet 1900).

une diminution de l'énergie musculaire et par un émoussement de la sensibilité.

» Les expériences de MM. Kronecker et Cutter, qui montrent que des ascensions de courte durée augmentent la force du biceps du bras, tandis que des ascensions de longue durée la diminuent, sont donc une nouvelle confirmation de la loi précédemment établie.

» Le fait une fois établi, on peut demander quel est son mécanisme. La supposition de MM. Kronecker et Cutter, à savoir que l'effet dynamogène du travail est probablement dû à un accroissement de la circulation du sang, est parfaitement plausible. On n'a qu'à regarder les beaux tracés pléthismographiques de Ch. Féré (*loc. cit.*, p. 10), démontrant les modifications du volume de l'avant-bras et de la main sous l'influence de mouvements du membre inférieur correspondant. Ces expériences, ainsi que celles de Mosso et de Fr. Franck, ont montré que le membre supérieur augmentait de volume par un afflux de sang plus considérable.

» En ce qui concerne l'action déprimante, MM. Kronecker et Cutter disent que le travail excessif semble verser dans le sang des substances nuisibles au fonctionnement musculaire. Que des substances nuisibles soient déversées dans le sang, cela paraît plus que probable, mais cela n'est pas indispensable pour constater les effets déprimants généralisés. J'ai montré que, chez certains sujets (type inhibitoire), le travail ergographique d'une main retentissait d'une manière inhibante sur la force dynamométrique de la main du côté opposé. Cette action déprimante ne saurait être attribuée à une intoxication par les déchets de la contraction musculaire, vu le poids insignifiant des muscles qui ont travaillé (fléchisseurs) par rapport à la masse totale du corps. Nous avons donc là affaire à une *fatigue propre* des centres nerveux volontaires dont le siège est nettement établi, mais dont l'origine reste inconnue. Il se pourrait, toutefois, qu'ici encore on puisse recourir à une explication vaso-motrice. J'ai émis comme très probable l'idée (*Arch. de Biologie*, t. XVI, p. 504; 1899) que la fatigue des centres psycho-moteurs, qui diminue l'énergie du système nerveux et se traduit par une dépression de la force dynamométrique et par un émoussement de la sensibilité, s'accompagne d'une diminution de l'afflux sanguin dans les organes. Les effets vaso-moteurs seraient dus, soit à une excitation, soit à une inhibition (suivant les cas) des centres nerveux correspondant, qui subiraient la répercussion de l'état d'excitation ou de fatigue du centre psycho-moteur. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Variation saisonnière de la température à diverses hauteurs dans l'atmosphère libre.* Note de M. **Léon Teisserenc de Bort**, présentée par M. Mascart.

« Dans une Note présentée à l'Académie en août 1899, j'ai indiqué les résultats principaux fournis par la première série méthodique de sondages aériens faits au moyen de ballons-sondes; depuis cette époque, nos lancers ont continué avec régularité à l'Observatoire de Météorologie dynamique, et nous possédons aujourd'hui les dépouillements de plus de 240 ascensions de ballons-sondes, réparties sur les années 1898, 1899 et 1900. Ces documents, groupés par mois, prouvent d'une façon positive (ainsi que je l'avais indiqué dans ma première Note) que :

» 1° *La température dans l'atmosphère libre éprouve dans le cours de l'année une variation saisonnière très sensible au moins jusqu'à l'altitude de* 10000^m;

» 2° *L'amplitude de la variation de la température suivant les saisons diminue quand la hauteur augmente.*

» Pour les moyennes mensuelles considérées, elle a été de 17 degrés auprès du sol, de 14°,6 à 5^{km} et de 12° à 10^{km}.

» Les résultats s'écartent beaucoup de l'opinion admise jusqu'à ces dernières années, ce qui tient à ce qu'on ne possédait, avant notre série, que quelques observations isolées de la température à de grandes hauteurs.

» Bien que, depuis la publication de notre première Note, les idées se soient modifiées, comme on peut le voir dans divers travaux, dont plusieurs très importants parus récemment, je crois qu'il n'est pas inutile, pour dissiper toute espèce de doute, de mettre sous les yeux de l'Académie les courbes représentant l'altitude de diverses isothermes dans les différents mois de 1898, 1899 et 1900.

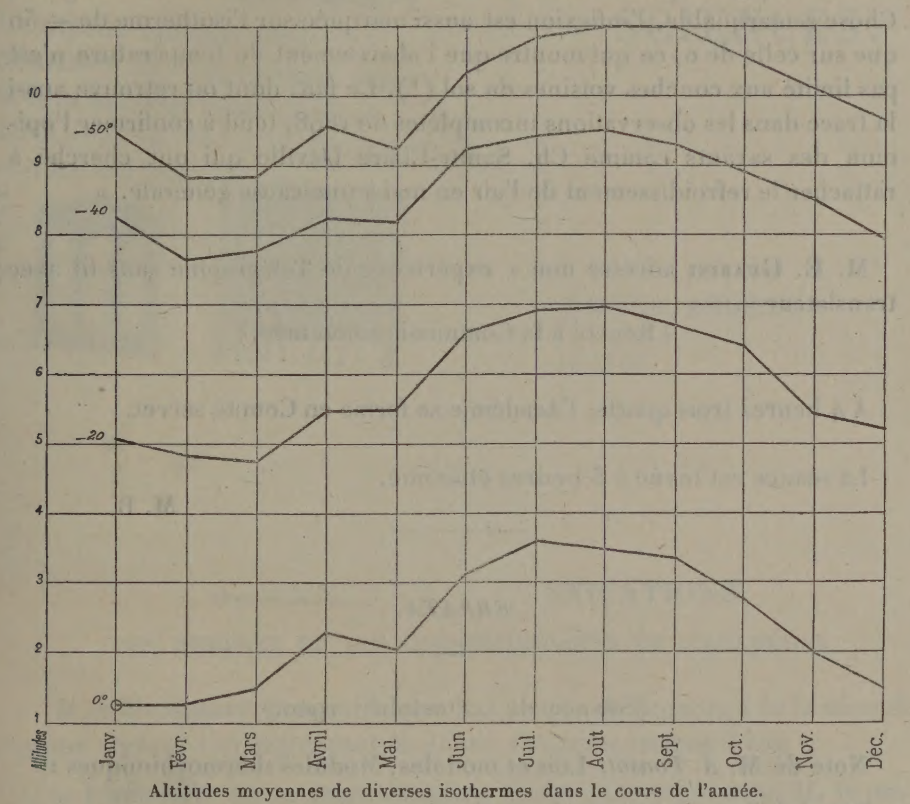
» Nous donnons aussi le Tableau de la température pour les divers mois à différents niveaux :

Moyennes des températures rencontrées par les ballons.

Température	Déc.	Janv.	Fév.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Sept.	Oct.	Nov.
au sol........	0,9	5,4	1,0	0,9	5,3	7,0	14,2	15,7	17,8	13,4	10,2	3,8
à 5000^m....	−18,9	−15,3	−21,8	−20,9	−18,4	−16,8	− 8,8	− 8,7	− 7,2	− 9,7	−11,0	−12,8
à 10000^m....	−52,4	−47,6	−53,4	−53,7	−49,3	−51,3	−45,3	−44,5	−41,8	−47,9	−45,1	−45,2

» On peut remarquer sur ces courbes que la température moyenne de zéro se trouve vers 1200^m à la fin de la saison froide et remonte à 3600^m en été. La moyenne de l'altitude de cette isotherme dans le cours de

l'année est d'environ 2750^{m}, chiffre très voisin de celui qui est donné pour la hauteur des neiges permanentes dans les Alpes. L'isotherme moyenne de — 50 s'abaisse jusqu'à 8800^{m} (8700^{m} en 1899, 8700^{m} en 1900) à la fin de l'hiver, et dépasse 11000^{m} en été (11400^{m} en 1899, 11100^{m} en 1900). La distance verticale entre les surfaces isothermes ne reste pas constante



Altitudes moyennes de diverses isothermes dans le cours de l'année.

pendant toute l'année, ce qui tient à ce que la variation annuelle est un peu plus grande dans les couches inférieures. La décroissance de température étant plus rapide dans les couches élevées, le changement de hauteur n'est pas non plus le même au cours de l'année pour les isothermes dans les régions basses et dans les régions supérieures, même à égalité d'amplitude.

» Le maximum et le minimum thermique moyens se produisent plus tard en haut que dans les couches inférieures; ce retard est surtout très sensible pour le minimum, qui a lieu seulement à la fin de l'hiver. Une série plus

longue permettra seule de préciser les conditions de ces retards, mais je dois dès à présent appeler l'attention sur la température relativement basse du mois de mai. Cette température paraît due surtout aux résultats des ascensions faites vers le milieu du mois, c'est-à-dire à l'époque du refroidissement périodique bien connu sous le nom de froid des *saints de glace*. Chose remarquable, l'inflexion est aussi marquée sur l'isotherme de — 50 que sur celle de 0, ce qui montre que l'abaissement de température n'est pas limité aux couches voisines du sol ([1]). Ce fait, dont on retrouve aussi la trace dans les observations incomplètes de 1898, tend à confirmer l'opinion des savants comme Ch. Sainte-Claire Deville qui ont cherché à rattacher le refroidissement de l'air en mai à une cause générale. »

M. É. **Guarini** adresse une « expérience de Télégraphie sans fil avec translateur ».

(Renvoi à la Commission nommée.)

A 4 heures trois quarts, l'Académie se forme en Comité secret.

La séance est levée à 5 heures et demie.

M. B.

ERRATA.

(Séance du 22 octobre 1900.)

Note de M. *A. Ponsot,* Lois et modules. Modules thermochimiques :

Page 673, ligne 4 en remontant, *au lieu de*

$$\frac{\partial S}{\partial a} = -T\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \Phi}{\partial a}, \quad \textit{lisez} \quad \frac{\partial S}{\partial a} = -\frac{\partial}{\partial T}\frac{\partial \Phi}{\partial a}.$$

([1]) M. Hergesell, à propos d'un cas particulier, l'ascension internationale du 13 mai 1897, a déjà fait remarquer que les températures basses s'étaient produites non seulement près du sol, mais encore dans les couches élevées de l'atmosphère (*Met. Zeitschrift*, janvier 1900).